



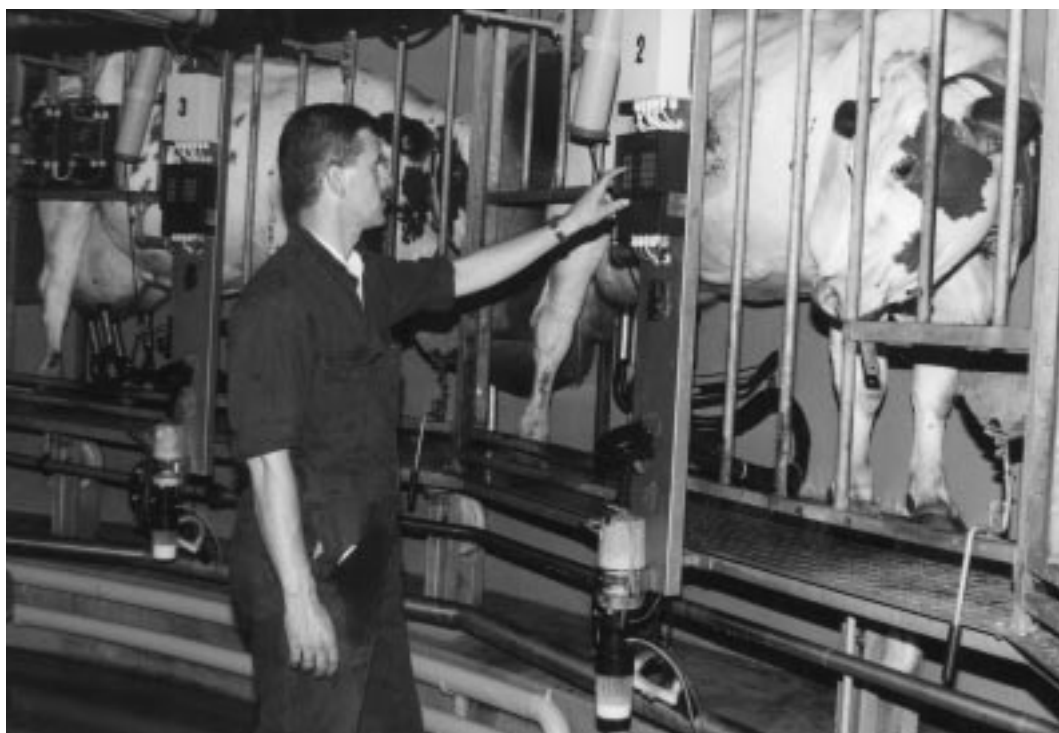
Proefstation voor de  
Rundveehouderij,  
Schapenhouderij en  
Paardenhouderij

Waiboer-  
hoeve

**ROC's**

Regionale  
Onderzoek  
Centra

# Praktijkonderzoek



November 1995

**Reiniging en afvalwater  
rond de melkwinning**



**Uitgever:**

Proefstation voor de Rundveehouderij,  
Schapehouderij en Paardenhouderij (PR)  
Runderweg 6, 8219 PK Lelystad.  
Telefoonnr. 0320-293211, Fax. 0320-241584.  
e-mail. info@pr.agro.nl

**Redactie en fotografie:**

Afdeling Voorlichting van het PR.

**Drukker:**

Drukkerij Cabri bv  
Lelystad

ISSN 0921-8874

Eerste druk 1995 / oplage 4250



Overname is toegestaan, mits van  
uitdrukkelijke bronvermelding voorzien.

Losse nummers zijn uitsluitend verkrijgbaar door  
f 20,- over te maken op Postbanknr. 2307421  
van het Proefstation PR te Lelystad  
met vermelding: Themaboek 'Reiniging en afvalwater  
rond de melkwinning' 1995

Geïnteresseerden kunnen donateur van het PR  
worden. Informatie is verkrijgbaar bij het PR.

De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid  
voor gevolgen bij gebruik van in deze publikatie  
vermelde gegevens.

# Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Wat moet een boer met zijn melkspoel- water? .....	2
Reiniging apparatuur, een optimaal proces?.....	7
Bespaar water door hergebruik.....	13
Optimalisatie reiniging boerderijtanks.....	19
Reinigingsystemen met elkaar vergeleken.....	25
Eisen aan reiniging bij automatisch melken .....	29
Locale zuivering afvalwater.....	32
Reiniging van melkwinningsinstallaties op proef- en praktijkbedrijven .....	39
Milieusparend reinigen melkwinnings- apparatuur.....	41
Berekening van water- en energieverbruik bij de melkwinning.....	47
Optimalisatie spoeffect (1).....	50
Optimalisatie spoeffect (2).....	54
Kortere wachttijd na voorspoelen vermindert temperatuurverlies tijdens de reiniging.....	59
Koud voorspoelen hoopvol! .....	63
Goed afschot melkleiding geeft weinig restwater .....	66
Afvalwaterbeperking bij de melkwinning ....	69
Vervoederen van voorspoelwater niet zonder risico's.....	72
Veiligheid verspuiten reinigingsvloeistof in de melkstal.....	76
Beperkte tweede reiniging kan risico vormen voor melkqualiteit.....	77
Hittereiniging een alternatief .....	81
Voorraadreiniging op de boerderij .....	84
Minder afvalwater door voorraadreiniging ..	88
Doorschuifreiniging .....	92
Afvoer reinigingswater uit melk- winningsinstallaties .....	96
Afvalwater voldoet niet aan lozingseisen voor riool .....	99
Invloed reinigingsmiddelen op mest- samenstelling.....	102
Testen reinigingsmiddelen voor melk- winningsinstallaties .....	105
Niet minder reinigingsmiddel gebruiken bij extra waterontharding.....	107
Warmtepomp voor water van 80°C.....	109

# Voorwoord

De zorg voor de kwaliteit van boerderijmelk komt de laatste tijd weer versterkt in de aandacht. Daarnaast is de zorg voor het milieu een belangrijk aandachtspunt in de melkveehouderij. Deze twee ingangen komen samen in de titel van de themadag, die aanleiding was voor deze uitgave. De reiniging van melkwinningsapparatuur heeft tot voor enkele jaren betrekkelijk weinig aandacht gehad in het onderzoek. Bij de invoering van de melkleidingssystemen en boerderijtanks werd deze reiniging terecht gezien als een moeilijke en riskante nieuwe taak voor de melker. In die periode werden regels en aanbevelingen opgesteld zodat ook onder minder gunstige omstandigheden nog een goed resultaat bereikt kon worden. Het grondstoffenverbruik en de lozingen stonden nauwelijks in de aandacht. Mede dankzij goede begeleiding is de melkkwaliteit voortdurend verbeterd.

Op het melkveebedrijf bleek aandacht voor het "melkspoelwater" nodig te zijn. Dit water zou aanzienlijk bijdragen aan het mestvolume. Energieverbruik en vervuiling speelden uiteraard ook een rol. Door het PR werd een onderzoekplan opgesteld, gericht op milieutechnisch betere werkwijzen met behoud of verbetering van de melkkwaliteit bij beheerste kosten. De Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu (NOVEM) gaf dit onderzoek een belangrijke ondersteuning vanuit het programma Agrarische Sector.

Bij het onderzoek was een voortdurend contact met belanghebbenden in de veehouderij, voorlichting en industrie. Naast interne rapportages verschenen talrijke artikelen en een viertal PR-publikaties. Ook werden de resultaten uitgedra-

gen via demo-projecten, vooral op de Regionale Onderzoek Centra.

Het is zinvol om een themadag te houden voor diegenen die direct betrokken zijn bij de advisering aan de melkveehouders. De inleidingen op die dag zijn gebundeld in dit themaboek. Ook de diverse artikelen die over deze materie verschenen zijn, zijn in deze publikatie ondergebracht. Daarbij is gekozen voor een groepering in de thema's reiniging als zodanig, beperking en hergebruik van (voor)spoelwater, reinigingssystemen, afvalwater, reinigingsmiddelen en, tenslotte, de warmtepomp voor heet water. Dit laatste onderwerp is een voorbeeld van onderzoek dat nog niet afgerond is en verder wordt onderzocht.

Bij de inleiders tijdens de themadag komen enkele namen voor van betrokkenen van buiten het PR. Wij zijn hen bijzonder erkentelijk voor hun bijdrage aan deze dag en aan dit themaboek.

De toepassing van de resultaten van dit onderzoek kan bijdragen tot beperking van de milieubelasting door de melkveehouderij. Het werk zal ongetwijfeld ook ten goede komen aan de kwaliteit van boerderijmelk. Beide aspecten kunnen het imago van de sector verbeteren. Wij vertrouwen erop dat de melkveehouderij de vruchten zal plukken.

dr.ir. J. Verheij,  
Afdelingshoofd Melkwinning

# Wat moet een boer met zijn melkspoelwater?

A.W. van Bergen (*Waterschap Friesland*)

**Melkspoelwater is water dat ontstaat bij de reiniging van de melkwinningsinstallatie. En als een melkveehouder dat kwijt wil, is het afvalwater. Dan heeft hij een probleem. Een melkveehouder kan kiezen uit diverse technische mogelijkheden en natuurlijk speelt de financiële kant een rol. Daarnaast is het van belang te weten met welke regels hij rekening moet houden. Wie zich enigszins verdiept in de juridische aspecten van de sanering van melkspoelwaterlozingen raakt al snel verstrikt in verboden, vergunningen, ontheffingen, heffingen, circulaire, enzovoort. Deze regels worden uitgevoerd door gemeenten en waterschappen. Bij gemeenten en waterschappen blijken er dan ook nog eens verschillen te zijn. De melkspoelwaterproblematiek heeft de laatste jaren steeds meer aandacht gekregen. Langzamerhand ontstaat er dan ook wat meer duidelijkheid. De juridische kanten van een zestal opties komen in dit artikel aan de orde. Voorlopig doet een melkveehouder er in geval van twijfel goed aan bij zijn gemeente of waterkwaliteitsbeheerder te informeren naar de mogelijkheden ter plaatse.**

## Sanering puntbronnen

Melkspoelwater ontstaat bij de reiniging van de melkwinningsinstallatie en de melktank. Het loopt door een leiding en komt uiteindelijk, al dan niet vermengd met andere (afval)produkten, in het milieu terecht. Het beleid in Nederland is er op gericht om de belasting van het milieu met afvalprodukten zoveel mogelijk te beperken. Op hoofdlijnen is dit verwoord in nota's als het NMP+ en de Derde Nota Waterhuishouding.

Overheden hebben zich de afgelopen jaren sterk gericht op het terugdringen van verontreinigingen uit puntbronnen. Een sanering van een puntbron kan in de praktijk verschillende vorm krijgen, variërend van beëindiging van een lozing tot het treffen van zuiveringstechnische voorzieningen. De aandacht verschoof in de loop der jaren van grotere industriële naar kleinere bedrijfsmatige lozingen. Ook de individuele huishoudens blijven niet meer buiten schot.

De wetgever heeft in de loop der jaren een complex aan regels opgebouwd. Met dat instrumentarium in de hand werd en wordt gewerkt aan het realiseren van beleidsdoelen als bijvoorbeeld het terugdringen van de fosfaatemissie. Een "simpele" afvalwaterstroom mondt dan al gauw uit in een woud van regels. Regels die bovendien soms razendsnel lijken te veranderen.

## Van verboden naar mogelijkheden

Wordt het melkspoelwater op oppervlaktewater

geloosd dan heeft de melkveehouder te maken met de regionale waterkwaliteitsbeheerder. In Nederland zijn er zo'n dertig instanties die zich daarmee bezighouden. In Groningen en Utrecht ligt deze taak nog bij de provinciebesturen. In de rest van ons land bij waterschappen die opereren onder namen als waterschap, zuiveringschap of (hoog)heemraadschap.

Afvalwater, en dus ook melkspoelwater, wordt geloosd op oppervlaktewater of in de bodem. In het eerste artikel van de Wet verontreiniging oppervlaktewater (1970) staat dat lozen zonder vergunning verboden is. Na het verstrijken van de overgangstermijn uit het Lozingenbesluit bodembescherming is het sinds 1 juli 1992 niet meer toegestaan zonder ontheffing te lozen in de bodem.

Deze regelgeving dwingt een melkveehouder om na te denken over de juridische mogelijkheden en onmogelijkheden van verschillende manieren om zijn melkspoelwater af te voeren. Grofweg is

**Figuur 1** Zes verwijderingsopties in de praktijk

hergebruik
lozing op de riolering
opvang in de mestkelder
aparte opvang en afvoer per as
aparte opvang en verspreiden over het land
na zuivering lozing
in de bodem of op oppervlaktewater

een zestal verwijderingsopties (zie figuur 1) te onderscheiden.

De keuze uit deze opties is in de praktijk niet zo groot als zij op papier lijkt. De ligging van een bedrijf, de inrichting van het bedrijf en de bedrijfsvoering zijn nu eenmaal niet zomaar te veranderen. Enig inzicht in de juridische kant van de melkspoelwaterproblematiek is voor adviseurs, leveranciers, en natuurlijk de melkveehouder zelf, nuttig. Want in Nederland kennen wij geen absolute verboden en dus zijn er mogelijkheden.

### Een handvat voor de praktijk

Zo langzamerhand tekent zich toch iets meer af hoe overheden agrarische afvalwaterstromen kunnen beoordelen. Een belangrijk stuk daarbij is een circulaire van het ministerie van VROM: de "Voorlopige richtlijnen voor het bevoegd gezag ten aanzien van agrarische afvalwaterlozingen" in de wandelgangen de Circulaire Agrarische Afvalwaterstromen (CAA) genoemd. Deze richtlijnen zijn opgesteld ter ondersteuning van lagere overheden die met de uitvoering van regelgeving zijn belast.

In de Wet milieubeheer is in artikel 10.1 een zogenoemde verwijderingsladder vastgelegd. Deze ladder is vereenvoudigd in figuur 2 weergegeven. Het beleid is er op gericht dat het ontstaan van afvalwater zoveel mogelijk wordt voorkomen en dat niet te voorkomen afvalwater (zoveel moge-

**Figuur 2** De verwijderingsladder

preventie
hergebruik en nuttige toepassing
lozen op of transport naar riolering of zuiveringsinstallatie
gelijkmatig verspreiden over de bodem
lozen op oppervlaktewater
puntlozing in de bodem

lijk) wordt hergebruikt. Preventie en/of hergebruik van het afvalwater heeft de voorkeur. Pas op het moment dat deze mogelijkheden zo goed mogelijk zijn benut komen de andere verwijderingsopties in beeld en kan, binnen de wettelijke kaders een keuze worden gemaakt.

Per afvalwaterstroom, die op een agrarisch bedrijf kan ontstaan, geeft de circulaire aan welke verwijderingsopties er zijn en welke daarvan de voorkeur genieten. Voor melkspoelwater worden drie gelijkwaardige verwijderingsopties aangegeven:

- Het reinigingswater van de melkinstallatie lozen op de mestkelder.
- Het reinigingswater apart opvangen en gelijkmatig verspreiden over de bodem.



*In de praktijk wordt afvalwater meestal in mestkelders/mestsilo's geloosd.*



*Met de mest moet afvalwater emissie-arm worden uitgereden.*

- Het reinigingswater lozen op de riolering of per as afvoeren.

Deze richtlijnen hebben het karakter van aanbevelingen. Het bevoegde gezag kan deze aanbevelingen desgewenst omzetten in verplichtingen voor het lozende bedrijf in kwestie.

### **Beleid uitvoeren met mix van instrumenten**

Om anderen te bewegen mee te werken aan het realiseren van de doelen die wij ons in Nederland hebben gesteld op milieugebied, hebben lagere overheden de beschikking over verschillende instrumenten waarin verplichtingen worden vastgelegd.

Er is een tendens dat steeds minder gebruik wordt gemaakt van min of meer éénzijdige sturing door de overheid. Het verlenen (of weigeren) van een vergunning of een ontheffing is nog geen verleden tijd. Maar andere instrumenten als doelgroepenoverleg, convenanten, en procedureel eenvoudiger instrumenten als een meldingssysteem winnen terrein. Over de sanering van melkspoelwaterlozingen is dan ook het nodige overleg gevoerd met bijvoorbeeld het Landbouwschap, zijn brochures aan de betrokkenen toegezonden of zijn melkveehouders individueel bezocht en geïnformeerd. Ook de financiële prikkels om burger en bedrijf tot milieuvriendelijker gedrag te stimuleren doen het goed. Een melkveehouder runt een bedrijf en is dus niet gebaat bij investeringen, beheerskosten en heffingen die vermijdbaar zijn.

### **Mogelijkheden**

Alle zes verwijderingsopties komen in Nederland voor en zijn dus mogelijk, waarmee niet gezegd is dat elke optie ook overal te realiseren is. Dat verschilt per situatie. De bottle-neck zit soms in de beperkingen van technische of financiële aard. In

een andere situatie is er riolering aanwezig of staat een overheid een bepaalde optie niet toe. Er is dan ook geen optie in het bijzonder aan te bevelen zonder de praktische uitvoerbaarheid, de kosten en de geldende regels gezamenlijk in ogenschouw te nemen. Wel kan worden gesteld, dat preventieve maatregelen (waterbesparing) op alle opties een gunstig effect hebben.

#### **1 Hergebruik**

Melkspoelwater dat wordt hergebruikt als vee-drinkwater of schrobwater, wordt niet geloosd. Tegelijk wordt leidingwater bespaard. Het is dan ook niet verwonderlijk dat hergebruik hoog scoort op de verwijderingsladder. Om van belemmerende regels af te komen heeft deze optie alleen zin als er geen afvalwaterstroompje resteert. Ook als er van een afvalwaterstroompje sprake is blijven het Lozingenbesluit en de Wvo van toepassing.

#### **2 Lozing op riolering**

Wanneer er riolering ligt of aangelegd wordt, is het aantrekkelijk om daar op aan te sluiten. De melkveehouder is van het afvalwater uit zijn bedrijf en woongedeelte af. Binnen bepaalde afstandsgrenzen is aansluiting verplicht. Een gemeente investeert nu eenmaal niet in een duur stuk infrastructuur om daar vervolgens geen afvalwater mee in te zamelen. De gemeentelijke zorg voor de doelmatige inzameling en transport van afvalwater is een taak die sinds enige tijd ook in de Wet milieubeheer is verankerd. Voor het buitengebied kunnen Gedeputeerde Staten van de provincie vrijstelling verlenen.

Om de kosten voor aanleg en het beheer van de riolering te dekken, heffen de meeste gemeente een rioolrecht. Een klein aantal gemeenten kent deze heffing (nog) niet en dan zijn de kosten ingebakken in een andere belasting, bijvoorbeeld de onroerende zaak belasting. De hoogte van het rioolrecht verschilt per gemeente. In heel het land is echter sprake van een aanzienlijke stijging. Elke gemeente staat voor hoge kosten om het riool te verbeteren, maatregelen te treffen om de verontreiniging van oppervlaktewater door riooloverstorten te verminderen of om nieuwe percelen aan te kunnen laten sluiten op het rioolstelsel. Via de riolering komt het afvalwater in de rioolwaterzuiveringsinstallatie terecht en wordt daar gezuiverd. De rioolwaterzuiveringsinstallaties worden beheerd door de waterkwaliteitsbeheerders. Ook daarvoor worden kosten (verontreinigingsheffing) bij de burger en het bedrijf verhaald.



### *3 Lozing in de mestkelder*

Wanneer de capaciteit van de mestkelder voldoende is, kan het melkspoelwater daarin worden geloosd. Vermengd met mest wordt het dan afgevoerd. Bij verspreiding over het land gelden de regels uit het Besluit Gebruik Dierlijke Meststoffen. Het volume neemt toe, en daarmee de kosten van het emissie-arm uitrijden. Door veel veehouders met voldoende capaciteit van de mestkelder is deze optie gekozen. Rioolrecht en verontreinigingsheffing hoeven bij deze optie niet te worden afgedragen. Op de verwijderingsladder scoort deze optie redelijk; het melkspoelwater wordt op het bedrijf zelf verwerkt.

### *4 Aparte opvang en afvoer per as*

Wanneer het melkspoelwater apart wordt opgevangen kan het in een rioolwaterzuiveringsinstallatie worden gezuiverd. Verschillende gemeenten hebben ontvangstoppunten in hun rioolstelsel aangewezen en ook zijn de meeste zuiveringsinstallaties geschikt (te maken) om spoelwater te ontvangen. In de praktijk blijkt dat de verschillen tussen gemeenten onderling en waterschappen onderling groot zijn. Dit varieert van "met dat gesleep van spoelwater beginnen we hier niet aan" tot duidelijke afspraken met gemeente/waterschap en de toeleverende melkveehouder of transporteur over een nette aanlevering van het melkspoelwater.

Omdat bij deze optie gebruik wordt gemaakt van de rioolwaterzuiveringsinstallatie brengt het waterschap de kosten in rekening. In een aantal gevallen hanteert men een bedrag per kubieke meter; andere waterschappen innen verontreinigingsheffing. Wordt geloosd in het rioolstelsel dan zullen de meeste gemeenten ook rioolrecht vragen.

In de praktijk blijkt dat van deze optie weinig gebruik wordt gemaakt. Het apart opvangen, transporteren en afleveren is nogal omslachtig. Ook wordt deze optie wel vergeleken met het beken-de paard achter de wagen: de belasting van het milieu door het transport weegt zwaarder dan de belasting door het melkspoelwater.

### *5 Aparte opvang en verspreiden over het land*

Rond het verspreiden over het land van melkspoelwater is heel wat afgepraat en nog steeds laait die discussie her en der op. Melkveehouders en vele anderen vinden het vreemd dat het spoelwater wel met, maar niet zonder de mest mag worden uitgereden. In de Circulaire Agrarische Afvalwaterstromen is het gelijkmatig ver-

spreiden over het land één van de opties. Hier-voor is dan wel een ontheffing van de gemeente vereist waaraan in ieder geval de volgende voorwaarden zijn verbonden:

- slechts het gebruik van biologisch afbreekbare reinigings- en ontsmettingsmiddelen is toegestaan;
- de ontheffing wordt voor maximaal 2 jaar verleend (afhankelijk van resultaten van onderzoek kan de termijn worden verlengd);
- er mag niet meer dan 50 m<sup>3</sup> afvalwater per hectare per jaar worden verspreid.

Ook voor deze optie is geen rioolrecht en verontreinigingsheffing verschuldigd. Wel vragen gemeenten een bedrag aan leges voor het verlenen van de ontheffing.

Een aantal gemeenten en de politie staat niet te trappelen voor deze optie. Argument daarvoor is dat de optie het moeilijker maakt om te controleren of een melkveehouder zich aan de ontheffingsvoorwaarden en de mestregelgeving houdt.

### *6 Na zuivering lozen in de bodem of op oppervlaktewater*

In binnen- en buitenland wordt ervaring opgedaan met kleine zuiveringssystemen voor de behandeling van afvalwater. Het zuiveren van melkspoelwater (eventueel met andere afvalwaterstromen) op het bedrijf staat in Nederland nog in de kinderschoenen. De exploitatie van een installatie vraagt de nodige tijd en aanzienlijke kosten. Daarnaast maken de wisselende zuurgraad en de toegevoegde reinigingsmiddelen het moeilijk om een eenvoudig te bedienen installatie te ontwerpen tegen acceptabele kosten.

Er wordt de laatste tijd steeds meer ervaring opgedaan met zuivering van afvalwater door middel van een rietfilter. Voor de lozing vanuit dat filter in oppervlaktewater of de bodem is weer een vergunning of ontheffing vereist. Aan waterkwaliteitsbeheerders wordt dikwijls de vraag gesteld aan welke lozings-eisen een zuiveringsvoorziening moet voldoen. Een duidelijk antwoord zult u niet krijgen. Per situatie wordt getoetst of een zuiveringsvoorziening als een "best uitvoerbare techniek" wordt gezien en of het ontvangende oppervlaktewater geschikt is om op te lozen.

Voor deze optie is eveneens een ontheffing of vergunning nodig en worden leges in rekening gebracht. Wordt op oppervlaktewater geloosd dan wordt tevens een heffing opgelegd. De kos-

ten worden ook verhoogd, omdat ter controle van het functioneren van voorzieningen de verplichting wordt opgelegd om het effluent van de installatie te bemonsteren en te analyseren.

Er zitten aan deze optie dus nogal wat mitsen en maren. En inderdaad, deze opties is dan ook op één van de onderste sporten van de ladder te vinden.

Of dat terecht is, is maar de vraag. Het is toch niet zo gek als dichtbij de bron het vrijkomende afvalwater wordt gezuiverd. Naar verwachting zal deze optie een vlucht nemen als het effluent een dusdanige kwaliteit heeft dat het weer teruggevoerd kan worden in het bedrijf. Dan wordt een flinke sprong gemaakt op de ladder.

### **Tenslotte**

Het zal duidelijk zijn dat een verwijderingsoptie die hoog op de verwijderingsladder staat geno-

teerd, minder belemmeringen van regels ondervindt dan een optie op de onderste sporten van de verwijderingsladder. Hoog op de ladder wordt het jurisch struikgewas ontweken en kijkt u uit over het bos met regels.

De Circulaire Agrarische Afvalwaterstromen heeft wel wat ordening aangebracht in de benadering van de verschillende verwijderingsopties voor melkspoelwater. Gemeenten en waterschappen houden echter nog een aanzienlijke vrijheid om de aanbevelingen uit de circulaire wel of niet toe te passen. Het blijft daarom voorlopig verstandig om bij de gemeente zelf of de regionale waterkwaliteitsbeheerder navraag te doen. Voor een verantwoorde keuze uit de opties is het goed om te weten wat door de betreffende instanties wordt toegestaan en met welke kosten (heffingen en/of leges) de melkveehouder rekening moet houden.



Foto: W. Walstra

*Rioolwaterzuiveringsinstallatie Joure.*



# Reiniging apparatuur, een optimaal proces?

G.M.V.H. Wolters (PR)

De veehouder/melker is verantwoordelijk voor een goede melkkwaliteit. Het niveau van het kiemgetal in de melk wordt bepaald door een drietal bronnen: infectie via de koe, besmetting via de apparatuur en bacteriegroei in de melkkoeltank. Problemen door bacteriegroei in de melkkoeltank zijn in Nederland drastisch gereduceerd door de introductie van de melkwacht. Naar schatting is op 50 % van de Nederlandse melkveebedrijven een melkwacht aanwezig. Besmetting via de apparatuur is in veel gevallen de belangrijkste bron voor een verhoogd kiemgetal. Het reinigingsresultaat, en daarmee de besmetting via de apparatuur, is sterk afhankelijk van de aanleg van de apparatuur, de werking van de reinigungsautomaat, de gebruikte grondstoffen en de attentie van de melker. In de praktijk wordt de reiniging nauwelijks gecontroleerd door de melker, zodat nogal eens fouten optreden die niet vroegtijdig worden gesignaleerd. Controles worden pas uitgevoerd als blijkt dat de melkkwaliteit afneemt, in dit geval in de vorm van een verhoogd kiemgetal.

## Installatie

Het doel van het reinigen is het volledig verwijderen van melkresten. Een eerste vereiste voor een goed reinigingsresultaat is een goed aangelegde installatie. In een technische aanbeveling uit 1984 voor melkmachine-installaties zijn aanbevelingen gedaan waaraan melkwinningsapparatuur (exclusief melkkoeltank) moet voldoen. Dit zijn voorwaarden op het gebied van constructie, materiaal, aanleg en werking. Deze aanbevelingen zijn met name opgesteld vanuit melktechnisch oogpunt, waarbij enige algemene opmerkingen zijn opgenomen met betrekking tot de reiniging.

Vanuit reinigungs oogpunt naar een melkinstallatie kijken, levert dan soms een aantal punten op, die reinigungs technisch niet verantwoord zijn. Het reinigen stelt bijvoorbeeld aan het stromingsbeeld eisen die tegengesteld zijn aan het melken. Met andere woorden, het hygiënisch ontwerpen en aanleggen van melkinstallaties laat wel eens te wensen over.

Wat wordt nu onder een 'sanitair' aangelegde installatie verstaan? Dit is een installatie die makkelijk en goed te reinigen is. De basis hiervoor is beschreven in de technische aanbevelingen 84. Op een aantal proef- en praktijkbedrijven is gekeken of de melkleidinginstallaties 'sanitair' zijn te noemen. Hierbij is een aantal zaken gesignaleerd die hygiënisch onverantwoord lijken of niet overeenkomen met de technische aanbevelingen.

## Materiaal

Voor melkwinningsapparatuur wordt met name roestvaststaal, rubber en kunststof gebruikt. De tijdige vervanging van rubber onderdelen is een punt van aandacht. Rubber vertoont na verloop van tijd cracking; het oppervlak wordt ruwer en er ontstaan meer hechtingsplaatsen voor bacteriën. In de praktijk worden tepelvoeringen met een zekere regelmaat vervangen, variërend van 6 maanden tot enkele jaren. Rubber slangen e.d. die niet aan pulsatie onderhevig zijn, worden veel minder frequent vervangen.

## Constructie

De installatie moet zo zijn aangelegd dat op alle plaatsen waar melk kan komen, ook reinigungs vloeistof langs moet kunnen stromen. Dat betekent afwezigheid van dode hoeken en dode eindpunten in de installatie. Enkele gesignaleerde probleempunten zijn de vacuümleiding boven de luchtafscheider, de overloopbeveiliging, luchtinjector direct op de melkleiding en het aftappunt achter de melkpomp (dood eind). In principe moeten deze onderdelen worden opgenomen in het reinigungs circuit. Soms kan worden volstaan met periodieke handmatige reiniging, maar dit is veel minder betrouwbaar.

## Aanleg

Volgens de technische aanbevelingen moet de melkleiding een geleidelijke afloop hebben naar de luchtafscheider. In de praktijk worden voor

doorlooptmelkstallen 1 % en voor grupstallen 0,5 % afschot aangehouden. Op de 8 proefbedrijven voldoet geen enkele installatie volledig aan deze norm. Op veel bedrijven zijn verzakkingen zodat er zelfs een negatief afschot is. Het gemeten afschot varieert van - 1 % tot + 1 %. Deze metingen tonen aan dat er in de praktijk nog veel te verbeteren valt.

### *Verbindingen*

In een melkleidingsinstallatie komen verschillende verbindingen voor. Volgens de technische aanbevelingen moeten alle verbindingstukken van binnen glad zijn afgewerkt en vrij zijn van naden. Bij gebruik van verbindingsmoffen dient er tussen de beide leidingeinden een afstand te zijn, die tenminste drie keer de wanddikte van de leiding bedraagt. Het gebruik van klemmen is toegestaan.

In de praktijk wordt aan deze eisen niet altijd voldaan. Voorbeelden hiervan zijn: niet glad afgewerkte gelaste roestvaststalen melkleiding, niet goed gelaste roestvaststalen melkleiding waardoor roestvorming optreedt, niet glad afgewerkte boring in de melkleiding (bramen), afstand tussen 2 leidingeinden minder dan drie keer de wanddikte, uitstekende aansluitnippel aan binnenkant van de klauw.

Veel voorkomende verbindingen zijn afdichtringen van rubber. Deze worden vaak sterk vervuild aangetroffen. Voorbeelden hiervan zijn afdicht-rubber in melkproduktimeters, melkklauwen, zadeltje van aansluitnippel op melkleiding. Hier-voor geldt dat deze periodiek handmatig gerei-nigd dienen te worden. In de praktijk blijkt dat de veehouder zich in veel gevallen niet bewust is van de noodzaak van een periodieke schoon-maak van de vervuilde onderdelen. Gebruik van afdichtringen dient zoveel mogelijk voorkomen te worden.

Verder komen veel overgangen van roestvast-staal naar rubber voor in de vorm van nippels, waarop slangen worden aangesloten. Ook hier treedt soms sterke vervuiling op en is periodieke controle en reiniging van belang. In de praktijk wordt regelmatig gebruik gemaakt van dubbele klemmen om een rubberen of siliconen slang vast te zetten. De ruimte tussen de 2 klemmen kan sterk vervuilen, waardoor dit punt tijdens het melken een duidelijke besmettingsbron is. Uit dit oogpunt is het beter om slechts één, goedwer-kende klem te gebruiken.

In hoeverre verdergaande hygiënische principes worden toegepast in de melkwinning, is nu nog

een economische afweging. Wegen de meerkos-ten op tegen het gedeerde inkomen en het ver-minderd verbruik van grondstoffen bij de rei-niging? Vaak is dat nog niet het geval.

### **Reiniging**

Om met een sanitair aangelegde installatie melk van goede kwaliteit te kunnen leveren, dient ook het reinigingsproces goed uitgevoerd te worden. Een randvoorwaarde hierbij is dat de grondstof-fen water, energie en chemicaliën zo optimaal mogelijk worden ingezet, om een duurzaam sys-teem te creëren.

De aanbevelingen voor een optimale reiniging zijn enige jaren geleden beschreven door de werkgroep Reiniging. Samen met het onderzoek dat sindsdien door het Proefstation voor de Rundveehouderij is uitgevoerd, kan een aantal ei-sen voor een goede reiniging worden opgesteld. Hierbij gaat het om eisen aan standaardreiniging, bestaande uit de drie processen voorspoeling, hoofdreiniging en naspoeeling.

### *Voorspoeling*

Het voorspoelen dient om zoveel mogelijk resten melk uit de installatie te verwijderen. Om dit te bereiken dient dit een eenmalige spoeling te zijn met water met een temperatuur van 40 tot 60 °C. In de praktijk wordt nog regelmatig tijdens de voorspoeling gecirculeerd. Dit is ten sterkste af te raden. Het criterium voor een goede voorspoe-ling is de afwezigheid van melk in het laatste spoelwater. Belangrijke parameters voor een effi-ciënte voorspoeling zijn een verhoogd vacuüm (50-60 kPa) en/of luchtinjecties.

### *Hoofdreiniging*

Bij gebruik van een gecombineerd reinigungs- en desinfectiemiddel wordt tijdens de hoofdreiniging de hele installatie gereinigd en gedesinfecteerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van water van 60 tot 80 °C. Alleen middelen die voor de melkwin-ning zijn toegelaten dienen hiervoor in de aanbe-volen concentratie gebruikt te worden, vaak 0,5%. Met deze vloeistof wordt 7-10 minuten ge-circuleerd. Voor een effectieve werking van de reinigungsoplossing moet de hoeveelheid melk-resten in de circulatievloeistof minimaal zijn. Eén van de criteria voor een goede hoofdreiniging is een eindtemperatuur van minimaal 40 °C. Voor een goede mechanische werking van de vloeistof dient de gemiddelde vloeistofsnelheid in de in-stallatie minimaal 1,5 m/s te bedragen.

**Tabel 1** Gemiddelde hoeveelheid restwater (l) na 5 min. draineren van 8 proefbedrijven.

	Restwater	Spreiding
Melkstellen (inclusief meters of glazen)	0,5	0,1-0,7
Luchtafscheider + melkpomp	0,3	0,2-0,3
Melkleiding	2,3	0,2-5,2
Totaal	3,0	1,3-5,5

### Naspoeling

Het naspoelen met koud leidingwater is om achtergebleven resten van de reinigungsoplossing uit de installatie te verwijderen. Om dit te bereiken dient dit evenals de voorspoeling een eenmalige spoeling te zijn. Voor een optimale uitvoering van de naspoeling gelden dezelfde aanbevelingen als voor de voorspoeling. Het criterium voor een goede naspoeling is de afwezigheid van reinigungs-middel in het laatste spoelwater.

Voor alle drie processen geldt dat het pulsatie-systeem in werking dient te zijn. Tussen melken en reinigen kan het vacuüm worden gehandhaafd, om te voorkomen dat melkresten in naden en kieren gaan zitten en met de reiniging niet meer wordt verwijderd. Voor een zo efficiënt mogelijke uitvoering van de drie processen, dient het verplaatsen van vloeistof minimaal te zijn. Dit betekent dat na elk proces de installatie enige minuten gedraineerd moet worden. Daarnaast zijn een automatische drainage van persleiding en luchtafscheider en juiste aanleg van de installatie van wezenlijk belang.

Om buffering van vloeistof in de luchtafscheider tijdens de processtappen zo veel mogelijk te voorkomen, moet de luchtafscheider reeds bij een lage vullingsgraad worden geleegd. Hiertoe moet een aparte niveauschakeling in de luchtafscheider worden aangebracht. Daarnaast is de capaciteit van de melkpomp van essentieel belang voor een goede reiniging. Deze dient voldoende groot te zijn. In de praktijk is de capaciteit van de melkpomp vaak te klein. Bij het toepassen van een verhoogd vacuüm neemt de melkpompcapaciteit nog verder af, waardoor dit onderdeel een duidelijk knelpunt kan zijn.

### Restvloeistof

Bij een minimale hoeveelheid restvloeistof wordt elke spoelgang beter benut:

- De voorspoeling hoeft minder melk uit de installatie te spoelen

- In de hoofdreiniging zit minder voorspoelwater. De temperatuur van de oplossing en de concentratie reinigungs-middel blijven hierdoor hoger. Kouder voorspoelwater verlaagt de temperatuur, water verdunt de oplossing en de aanwezige melk inactieveert o.a. de desinfectie-component actief chloor
- De naspoeling hoeft minder reinigungs-vloeistof uit te spoelen. Hierdoor is de kans op residuen in de melk kleiner.

Op een achttal proefbedrijven is onderzocht waar zich in de installatie restwater bevindt. Hierbij is gekeken naar de hoeveelheid restwater na 5 minuten draineren.

Een overzicht van de gemeten hoeveelheid restwater op de proefbedrijven staat in tabel 1. Hierbij is uitgegaan van de situatie dat na de melkpomp een automatisch drainagepunt aanwezig is. Dit betekent dat de persleiding en de luchtafscheider worden gedraineerd.

Gemiddeld blijft er 3 liter restvloeistof achter na 5 minuten draineren met een automatische drainage. Het merendeel hiervan (75 %) blijft achter in de melkleiding. Deze hoeveelheid is sterk afhankelijk van het afschot en de lengte van de melkleiding. In de melkstellen met onderdelen (inclusief meters of glazen) blijft ongeveer 15 % achter. Dit is afhankelijk van het aantal melkstellen en het soort onderdeel. De laatste 10 % blijft achter in de luchtafscheider en melkpomp mits deze gedraineerd is. Als niet wordt gedraineerd neemt de hoeveelheid restvloeistof toe met de inhoud van de persleiding en een aantal liters uit de luchtafscheider. Deze hoeveelheid varieert op de acht proefbedrijven van 7 tot 20 liter, met een gemiddelde van 10 liter. Het gemiddelde versleep van vloeistof tussen twee spoelbeurten is 3 liter bij automatische drainage en minimaal 13 liter bij niet-automatische drainage.

Hieruit blijkt duidelijk dat het meeste restwater in de melkleiding achterblijft. Uit laboratorium-metingen blijkt dat in een leiding die niet op afschot ligt, grote hoeveelheden restwater achter kunnen blijven. Na drie minuten is het meeste water uit de leidingen gedraineerd, langer draineren heeft nauwelijks nog effect. Draineren met luchtzuigen onder vacuüm heeft vooral effect bij leidingen die vlak liggen (0%). Bij een negatief afschot blijft het water achter in de leiding en stroomt de lucht eroverheen. Bij een licht positief afschot (0,5 %) heeft luchtzuigen een klein positief effect. Dit effect is het grootst voor leidingen met een kleine diameter.

**Tabel 2** Aantal circulaties per 8 minuten circuleren met verschillende spoelprogramma's (omgevingstemperatuur 14 °C)

Spoelprogramma	Bedrijfsvacuüm (kPa)	Opgezogen vloeistof (l/min)	Aantal circulaties per 8 minuten	Opzuig snelheid (m/s)
Water	40	50	8	0,8
Water en lucht gemengd	40	25	4	0,4
Water en lucht kolommen	40	75	12	1,7
Water	60	85	14	2,3
Water en lucht gemengd	60	42	6	1,7
Water en lucht kolommen	60	110	18	3,3

### *Afkoeling tijdens de hoofdreiniging*

In een aantal proeven is gekeken naar de invloed van diverse factoren op de afkoeling tijdens de hoofdreiniging. Tussen voorspoeling en hoofdreiniging zit een bepaalde wachttijd waarin de installatie afkoelt. Vaak is de wachttijd langer dan nodig voor drainage door de vultijd van de spoelbak. Verkorten van de wachttijd van 15 naar 5 minuten, geeft een verhoging van de eindtemperatuur hoofdreiniging van 3 °C. Opvallend was dat de eindtemperatuur nauwelijks veranderde, wanneer tijdens het wachten de installatie onder vacuüm werd gehouden (luchtzuigen).

De afkoeling is sterk afhankelijk van de grootte en de gebruikte materialen in de melkinstallatie. Met name roestvaststaal geleidt warmte goed en koelt daardoor snel af.

De circulatiesnelheid van de reinigingsvloeistof wordt o.a. bepaald door het toegepaste vacuüm en de eventuele luchtinlaat. Het reinigen met een vacuüm van 60 kPa geeft globaal een snelheidsverhoging van 20% ten opzichte van reinigen bij 40 kPa. Uit metingen blijkt dat ondanks de hoge snelheid en dus meer circulaties per tijdseenheid er geen aantoonbaar effect op de eindtemperatuur na 10 minuten is vast te stellen. Hetzelfde effect wordt waargenomen voor de hoeveelheid luchtinlaat. Extra luchtinlaat via de melkleiding of via de spoelleiding geeft geen andere eindtemperatuur dan in een systeem waarbij op deze plaatsen geen lucht wordt toegelaten. Gesteld kan worden dat de afkoeling per tijdseenheid gelijk is. De hoeveelheid vloeistof die per tijdseenheid door de installatie stroomt is echter niet altijd gelijk. De resultaten van een aantal verschillende spoelprogramma's zijn weergegeven in tabel 2. Hierbij kan nogmaals opgemerkt worden dat de eindtemperatuur na 5 en 10 minuten circuleren bij alle proeven gelijk is.

Bij het spoelprogramma 'water en lucht gemengd' wordt continu water en lucht via de opzuigleiding opgezogen. Bij het spoelprogramma

'water en lucht kolommen' wordt met een bepaalde regelmaat lucht geïnjecteerd op de spoelleiding. De frequentie en de tijdsduur van de luchtinjectie geeft ook een bepaalde variatie in aantal circulaties per 8 minuten.

Reinigen in kolommen met een verhoogd vacuüm geeft het grootste aantal circulaties bij gelijke afkoeling. In de praktijk is dit te realiseren door een extra vacuümreguleerder, die tijdens de reiniging een hoger vacuüm instelt. Kolommen zijn te realiseren met door de automaat gestuurde kleppen in de opzuigleiding. Meer praktische en goedkopere oplossingen zijn een spoelpulsator of een vlottersysteem.

Duidelijk is dat het aantal circulaties per tijdseenheid sterk kan verschillen. In de praktijk zullen ook dergelijke verschillen aanwezig zijn. Naast vacuümniveau en luchtinlaat is nog een aantal factoren te noemen die van belang is voor de circulatiesnelheid, te weten capaciteit vacuümpomp, diameter opzuigleiding, melkleidingsysteem (inhoud e.d.) en capaciteit melkpomp.

In deze proef is niet gekeken naar het verschil in reinigend effect van de verschillende spoelprogramma's. Verondersteld wordt dat het reinigend effect beter is naarmate de circulatiesnelheid hoger is. Verder onderzoek is noodzakelijk.

Op ROC Zegveld is gekeken in hoeverre tijds-winst voor een praktijksituatie haalbaar is. Bij deze optimalisatie zijn geen wijzigingen in de hoeveelheid water aangebracht. Op dit bedrijf wordt alleen gereinigd met warmteterugwinningwater, zonder doorverwarmen. Verkorting van de vultijden voor de voorspoeling en hoofdreiniging zijn gerealiseerd door de aansluiting van de waterleiding op het warmteterugwinningsvat en van de warmteterugwinning naar de reinigingsautomaat te verruimen van 15 naar 22 mm. Hierdoor wordt de vultijd van de spoelbak gereduceerd van 10 naar 4 minuten. Daarnaast is de circulatietijd gereduceerd van 9 naar 7 minuten. De rest van het reinigingsprogramma is niet ge-

Reiniging berust op de vijf factoren die in figuur 1 zijn voorgesteld en waarop nu kort wordt ingegaan. De aanbevolen *concentratie* aan chemische middelen is nodig om het vuil los te maken en zwevend te houden, alsmede om bacteriën te doden. Verder dient het voor waterbehandeling en het vermijden of verwijderen van aanslag in het circuit.

De *mechanische werking* of turbulentie is een moeilijk punt, en in de praktijk soms een zwakke schakel. Circulatiereiniging vindt plaats in een leidingsysteem, en de vacuümpomp levert de drijvende kracht in de leidingen. Turbulentie in de vloeistof wordt bevordert door middel van het al dan niet bewust lucht in te laten, bijv. door een spoelpulsator. De snelheid en de reinigende werking van een door de vacuümpomp aangezogen waterkolom is afhankelijk van o.a. vacuümpompcapaciteit, luchtinlaat (plaats, frequentie en hoeveelheid), weerstanden, drukverval e.d.

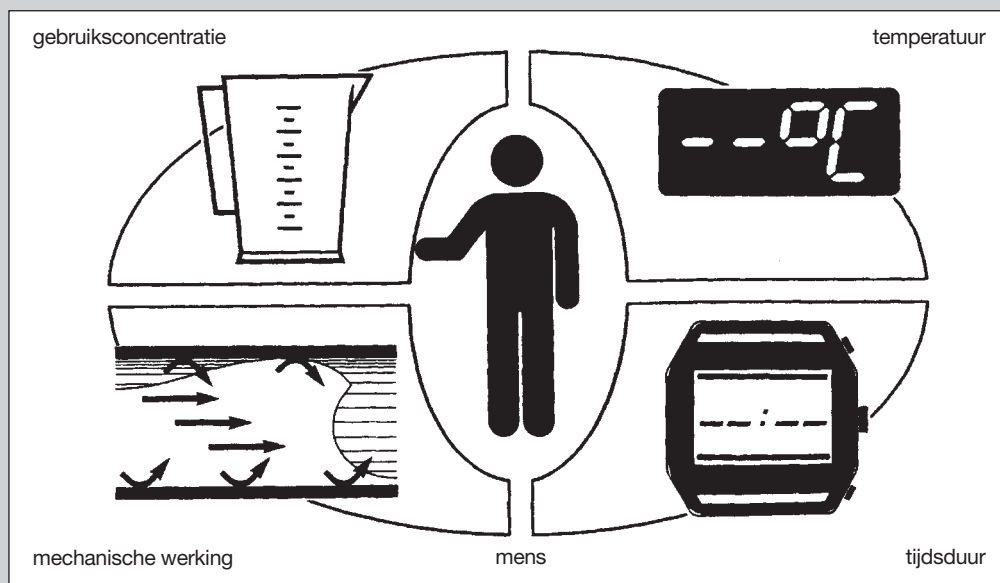
Een zekere *tijd* is nodig om de aanwezige chemische middelen werkzaam te laten zijn. In het algemeen kan men stellen dat bij een hogere temperatuur de reiniging aanzienlijk efficiënter verloopt. Een te hoge *tempera-*

*tuur* geeft een neerslag van eiwit, een te lage temperatuur een afzetting van vuil en vet. Deze eerste 4 factoren zijn tot op zekere hoogte inwisselbaar.

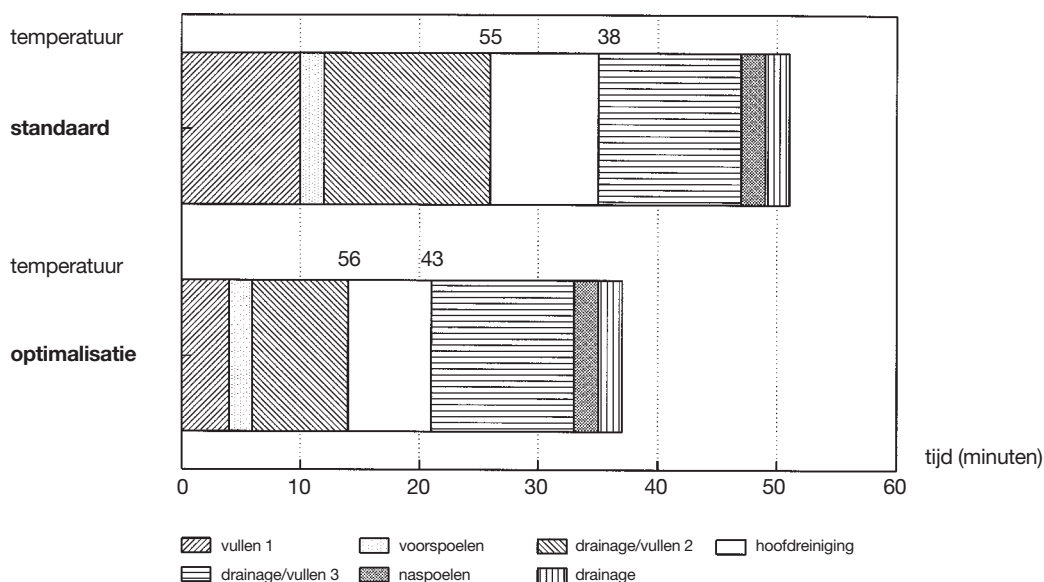
De *mens* tenslotte staat in het centrum van de reiniging. Hij dient er voor te zorgen dat de installatie gereed is om te reinigen, zorgt voor de uitvoering van de reiniging bij afwezigheid van een reinigingsautomaat en controleert of de reiniging goed wordt uitgevoerd. In de praktijk blijkt met name deze laatste functie niet of nauwelijks te worden uitgevoerd.

Op het merendeel van de melkveebedrijven in Nederland wordt het reinigingsproces gestuurd door een automaat die reageert op tijd- en/of niveauschakeling. Het programma berust op tijdssturing. De hoeveelheid spoelwater wordt in nagenoeg alle gevallen ingesteld met een niveausensor, waarmee vaak direct de vacuümpomp wordt gestuurd. Oudere types reinigingsautomaten beschikken soms nog over een tijdgestuurde niveauregeling (met name gecombineerde automaat voor melkleiding en melkkoeltank). Geautomatiseerde controle van het reinigingsproces vindt nauwelijks plaats.

**Figuur 1** De vijf reinigingsfactoren



**Figuur 2** Het verloop van het reinigingsproces in de tijd (minuten) en de temperatuur (°C) in de spoelbak op ROC Zegveld, bij standaard- en geoptimaliseerde standaardreiniging



wijzigd. Deze maatregelen resulteren in een 5 °C verhoogde eindtemperatuur. De resultaten van de optimalisatie staan in figuur 2.

Gedurende langere tijd is de melkqualiteit op dit bedrijf gevolgd. Optimalisatie van de reiniging van de melkleidinginstallatie heeft geen invloed op de microbiologische melkqualiteit gehad.

### Procescontrole

Een foutieve reiniging wordt vaak pas opgemerkt als er problemen ontstaan met het kiemgetal van de melk. Om te besparen op deze faalkosten, en om betere garanties te kunnen geven dat melk van goede kwaliteit wordt afgeleverd, is het zinvol om het reinigingsproces te controleren.

Net als de melkwacht, die een juiste werking van de melkkoeltank elektronisch bewaakt, is getracht om dit soort hulpmiddelen te betrekken bij de reiniging van de melkleidingsinstallatie. Hierbij wordt uitgegaan van de reinigingsfactoren tijd, temperatuur, concentratie en mechanische werking.

Vaak wordt het reinigingsproces met tijdsintervallen gestuurd. Bij controle van de temperatuur is met name de eindtemperatuur van de hoofdreiniging van belang. Deze kan het best worden gemeten in de persleiding. Controle op de concentratie van reinigingsmiddel is mogelijk met geleid-

baarheidsmeting, die is afgestemd op het gebruikte middel. Uiteraard moet de meting pas plaatsvinden nadat de vloeistof goed gemengd is. Ook is temperatuurcorrectie nodig. Melkresten hebben nauwelijks effect op de geleidbaarheid. Voor een juiste meting dient het meetpunt onder het vloeistofniveau te zitten, bijv. in de persleiding.

Een directe controle van de mechanische werking is nog niet mogelijk gebleken, maar vacuümniveau lijkt een goede afgeleide meting. Afhankelijk van het meetpunt kunnen eisen worden gesteld aan het percentage van de circulatietijd waarbij het vacuüm een bepaald niveau overschrijdt. Meting van het vacuümniveau kan tevens worden gebruikt voor de controle van kolkomen en controle op de werking van de luchtinjector.

Bovenstaande metingen kunnen worden ingebouwd in een reinigingswacht. De zekerheden die deze reinigingswacht biedt, worden beperkt door de kwaliteit van de aanleg van de installatie en de afstelling van de reinigungsautomaat. Om deze onzekerheden te beperken zou een controle-protocol opgesteld moeten worden voor het testen van de reiniging. Dit protocol zou opgenomen dienen te worden in het systeem van periodiek onderhoud van de melkinstallatie.



# Bespaar water door hergebruik

*J.A.M. Boerekamp (PR)*

Afvalwater van de reiniging van melkleidinginstallaties en melkkoeltanks wordt in de praktijk meestal geloosd in de mestput en indien aanwezig op de riolering. Bij de reiniging komen drie verschillende afvalstromen vrij, die voor verschillende doelen nogmaals te gebruiken zijn. Het voorspoelwater kan aan vee vervoederd worden, het hoofd- en/of naspoelwater kan worden gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal, of opnieuw worden gebruikt voor de reiniging van de melkleidinginstallatie. Om een indruk te krijgen van het waterverbruik voor het schoonspuiten van de melkstal is op een vijftigtal melkveebedrijven gedurende een jaar het waterverbruik gemeten. Daarnaast is gekeken naar mogelijkheden voor waterbesparing bij het schoonspuiten. Uit deze inventarisatie blijkt dat het waterverbruik bij lage druk twee keer zo hoog is als dat bij hoge druk. De grootte van de stal heeft hier nauwelijks invloed op. Een van de eenvoudigste manieren om water te besparen bij het schoonspuiten van de melkstal is het gebruik van een rubber trekker of bezem vóórdat wordt schoongespoten. Op deze manier kan al gauw 10 - 20 % water worden bespaard.

De melkleidinginstallatie en melkkoeltank worden vaak in drie spoelgangen gereinigd: voorspoelen, hoofdreinigen en naspoelen. Bij het voorspoelen worden resten melk zo goed mogelijk weggespoeld. Bij de hoofdreiniging wordt gecombineerd alkalisch reinigings- en desinfectiemiddel gebruikt voor de reiniging en desinfectie. Het naspoelen dient voor het verwijderen van resten reinigings- en desinfectiemiddel. Dit (afval)water kan eenvoudig opnieuw worden gebruikt. Echter niet alle afvalstromen zijn geschikt voor alle doeleinden, omdat ze melk of reinigingsmiddel bevatten. Het afvalwater van het schoonmaken van melkstellen en melkstal bevat mestresten. Dit afvalwater is als zodanig niet geschikt voor hergebruik. Op bijna alle melkveebedrijven gaat dit afvalwater direct naar de mestkelder en wordt met de mest uitgereden.

## Voorspoelwater

Op ongeveer 30 % van de melkveebedrijven in Nederland wordt het afvalwater geloosd op de riolering. Hiervoor moet verontreinigingsheffing worden betaald. De heffing wordt uitgedrukt in aantal vervuilingseenheden (VE). De prijs van één VE verschilt in Nederland per waterschap. Voor 1995 varieert dit van f 58,80 tot f 138,00 per VE. Per 1 januari 1996 wordt de heffing verhoogd van 3 naar 6 VE's. De melkresten in het voorspoelwater zijn het meest vervuilend. Als het

voorspoelwater, vanaf 1 januari 1996, niet meer wordt geloosd op de riolering én dit automatisch gebeurt (driewegklep) dan wordt de heffing verlaagd naar 3 VE. Het voorspoelwater gaat dan niet meer naar de riolering, maar komt in veel gevallen in de mestkelder terecht. In dat geval moeten kosten voor opslag en uitrijden worden berekend.

Door de aanwezige melkresten is het voorspoelwater niet geschikt voor het schoonspuiten van de melkstal, maar kan het worden gebruikt als drinkwater voor koeien of kalveren. In plaats van het voorspoelwater te lozen in de mestkelder wordt bespaard op kosten voor opslaan en uitrijden van afvalwater. Vervoederen bespaart tevens op de hoeveelheid drinkwater.

Op de proefbedrijven Zegveld, Aver Heino en De Marke is onderzocht of vervoederen mogelijk is en of dit effect heeft op de kwaliteit van het drinkwater. Gedurende anderhalf jaar is voorspoelwater vervoederd aan het melkvee. Kwalificatie van het voorspoelwater als drinkwater heeft plaatsgevonden aan de hand van de grenswaarden uit tabel 1.

## ROC Zegveld

Op ROC Zegveld wordt het voorspoelwater van de reiniging van melkleiding en melkkoeltank geloosd in een centrale vlotterbak. Deze bak staat in verbinding met de drinkbakken voor het vee.

**Tabel 1** Grenswaarden voor de beoordeling van de drinkwaterkwaliteit voor rundvee

Kenmerk	Kwalificatie drinkwater	
	Geschild	Ongeschild
Totaal kiemgetal (kve/ml <sup>1</sup> )	< 100 000	> 100 000
KMnO <sub>4</sub> -getal <sup>2</sup> (mg/l)	< 50	> 200
Faecale streptococci (kve/ml <sup>1</sup> )	< 100	> 100

<sup>1</sup> kve/ml = kolonie vormende eenheden per ml

<sup>2</sup> water met een KMnO<sub>4</sub>-getal tussen 50 en 200 mg/l is minder geschikt voor gebruik als drinkwater.

Omdat de hoeveelheid te vervoederen voorspoelwater maar een fractie is van de drinkwater-behoefte van het vee, wordt slootwater, uit een stromende sloot, gebruikt ter aanvulling van de watervoorraad. Het KMnO<sub>4</sub>-gehalte van het slootwater op dit bedrijf is van nature te hoog (veengebied). Toevoegen van voorspoelwater verhoogt deze waarde nauwelijks. Het ROC is zeer tevreden over de wijze waarop het voorspoelwater wordt hergebruikt. In de maanden juni tot en met augustus zijn de koeien het grootste gedeelte van de dag niet in de stal, waardoor het voorspoelwater niet wordt opgedronken.

Hierdoor kan bederf van melkresten optreden met als gevolg het vrijkomen van stank. Gedurende deze periode wordt het voorspoelwater daarom in de mestput geloosd.

#### *ROC Aver Heino*

Op dit ROC wordt ook water van de voorspoeling van melkleiding en melkkoeltank vervoerd. Op dit bedrijf wordt de melkleidinginstallatie vóór de voorspoeling eerst gespoeld met 10 liter water om verstopping van het drinkwatersysteem door te veel resten melk te voorkomen. Het voorspoelwater wordt geloosd in een reservoir boven één drinkbak in de ligboxenstal. Aanvulling van het drinkwater uit het centrale vlottersysteem vindt plaats met leidingwater. Ook ROC Aver Heino is tevreden over het systeem. In de weideperiode, wanneer koeien weinig in de stal zijn, wordt het voorspoelwater in de mestput geloosd.

#### *De Marke*

Na de reiniging van melkleiding en melkkoeltank wordt het voorspoelwater geloosd in de centrale vlotterbak, die, via een ringleiding, in verbinding staat met de drinkbakken voor het melkvee. In de



*Schoonspuiten van de melkstal onder hoge druk verbruikt gemiddeld de helft van spuiten bij lage druk.*

beginperiode van de proef zijn er problemen geweest, die veroorzaakt werden door te veel melkresten. Om problemen te voorkomen is de voorspoeling verbeterd en is de eerste 15 l voorspoelwater in de mestkelder geloosd. Door deze aanpassingen is de melkvervuiling in het drinkwatersysteem sterk verminderd. In de centrale vlotterbak wordt het voorspoelwater met leidingwater aangevuld. De kwaliteit van het drinkwater voldoet op De Marke nagenoeg altijd aan de norm en het melkvee heeft geen voorkeur voor een bepaalde drinkbak. Toch is dit bedrijf gestopt met vervoederen door dat men problemen had met stank en vervuiling van de centrale vlotterbak. De bedoeling op dit bedrijf is dat vervoederd wordt vanuit één aparte drinkbak, dit is echter nog niet aangelegd. Bij eventuele problemen, zoals stank of een overmatige hoeveelheid drijvende stoffen, kan deze aparte drinkbak beter geleegd, schoongemaakt en opnieuw gevuld worden.

#### *Perspectief vervoederen*

Het vervoederen van voorspoelwater aan het vee is een makkelijke manier om (afval)waterbesparing te bereiken. De drinkwaterbehoefte van koeien met een produktie van 20 - 40 l/dag, bedraagt 70 - 170 l/koe/dag. Een melkgevende koe kan al voldoende zijn om het voorspoelwater te gebruiken als drinkwater!

Uit de ervaringen van de proefbedrijven blijkt dat het vervoederen van voorspoelwater mogelijk is. Voorspoelwater kan handmatig worden vervoerd aan het vee. Dit is echter wel een gesleep met water. Makkelijker is het om het automatisch te laten verlopen. Het is wenselijk het systeem regelmatig te inspecteren en schoon te maken om vervuiling te voorkomen. Het lozen van de eerste liters voorspoelwater in de mestput draagt bij tot het voorkomen van verstoppingen en stank en overschreden van de grenswaarden.

Het vee moet voldoende water in de ligboxenstal drinken, zodat het voorspoelwater snel genoeg wordt opgedronken en weinig kans heeft te bederven. In weideperioden waarin het vee weinig in de ligboxenstal drinkt, kan het voorspoelwater beter in de mestkelder worden geloosd. In deze periode zijn geen problemen met mestopslag en kan het afvalwater makkelijk worden afgevoerd. In de praktijk wordt vervoederen steeds vaker toegepast, waarbij veehouders positief zijn over hun systeem. Het is een eenvoudige manier om de hoeveelheid afvalwater in de mestkelder te beperken.

#### **Hoofdreinigingsoplossing**

Het water van de hoofdreiniging bevat 0,5 % alkalisch gecombineerd reinigings- en desinfectiemiddel of 0,5 % zuur reinigingsmiddel. In het algemeen wordt 1 à 2 keer per week met zuur gereinigd. De hoofdreinigingsoplossing kan binnen de reiniging opnieuw worden gebruikt, zoals bij doorschuifreiniging en voorraadreiniging. Daarnaast kan de reinigungsoplossing gebruikt worden voor het schoonspuiten van de melkstal. Dit moet vanwege gezondheidsredenen onder lage druk gebeuren. Onder hoge druk ontstaat namelijk een nevel met reinigingsmiddel en deze kan de luchtwegen aantasten.

Bij menging van zuur en alkalisch reinigingsmiddel kunnen (giftige) gasen ontstaan. Het is daarom niet aan te bevelen ook zure reinigungsoplossing te gebruiken voor het schoonspuiten van de melkstal. Uit veiligheidsoogpunt kan het beste een dichte opvangbak met 'schoorsteen' worden gebruikt als opslag voor reinigungsoplossing. Bij het per ongeluk mengen van zuur en alkalische reinigungsoplossing kunnen vrijkomende gasen worden afgevoerd.

Het is echter nog niet bekend wat de invloed is van resten reinigingsmiddel op gegalvaniseerd ijzer, tegels en andere materialen in de melkstal, omdat het systeem daarvoor nog te kort wordt gebruikt. Het is te verwachten dat sommige materialen sneller aan vervanging toe zijn, maar dit is niet aangetoond.

#### **Naspoelwater**

Het water van de naspoeling bevat resten reinigingsmiddel. De concentratie daarvan is echter laag. Om de hoeveelheid afvalwater te beperken kan het naspoelwater worden gebruikt binnen de reiniging voor voorspoelen of doorschuifreiniging. In de praktijk wordt het veelal gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal. Wanneer wordt schoongespoten met hoge druk is de hoeveelheid naspoelwater vaak voldoende. In de praktijk wordt vaak zowel hoofdreiniging als naspoeling gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal onder lage druk.

De hoeveelheid water van de reiniging is voor veehouders niet altijd voldoende, zodat in het opvangvat voor hergebruik een vlotter geplaatst wordt, zodat extra leiding-/bronwater kan worden gebruikt.

Om een indruk te krijgen van de hoeveelheid water die gebruikt wordt voor het schoonspuiten van de melkstal is een oriënterend onderzoek



*Voorspoelwater kan aan vee worden vervoerd.*

uitgevoerd. Voor dit onderzoek is het waterverbruik gemeten bij een vijftigtal willekeurig gekozen melkveebedrijven met doorlopmelkstal. Op de bedrijven zijn watermeters geplaatst die tweewekelijks door de veehouder zijn afgelezen.

Doelstelling bij het onderzoek was het waterverbruik en de werkwijze bij het schoonspuiten in kaart te brengen om vervolgens de optimale reinigingsmethodiek aan te kunnen geven.

Op de praktijkbedrijven is de reinigingsmethode in kaart gebracht door eenmalig de reiniging bij te wonen. De hygiënische staat van onderdelen van de melkstal is tijdens de inventarisatie beoordeeld. De beoordeling heeft aan de hand van een beoordelingsschaal plaats gevonden. Bij een beoordeling 'voldoende' is het desbetreffend onderdeel op het oog schoon en toonbaar. Naast deze gegevens zijn van het bedrijf nog een aantal algemene gegevens verzameld, zoals o.a. type

melkstal, aantal standen en oppervlakte van de melkstal.

In tabel 2 staat het gemiddeld waterverbruik, waarbij onderscheid is gemaakt tussen hoge en lage druksystemen. Voor lage druk is nog onderscheid gemaakt tussen twee systemen: hergebruik en slang (waterdruk). Met hergebruik wordt schoonspuiten met hoofd- en/of naspoeling bedoeld. Met slang worden alle andere spuiten op (bron)waterdruk, eventueel met spuitpistool, bedoeld.

Uit de resultaten blijkt een duidelijk verschil tussen hoge en lage druksystemen. Het waterverbruik bij lage druk is ongeveer twee keer hoger dan bij hoge druk. Tussen waterslang en hergebruik is geen verschil in waterverbruik gevonden. Het waterverbruik tussen veehouders met een vergelijkbare melkstal varieert enorm. Bij hoge druk is geen verband aan te wijzen tussen aantal standen en waterverbruik. Bij lage druk is een

**Tabel 2** Gemiddeld waterverbruik (l/melkmaal) bij schoonspuiten melkstal voor hoge en lage drukspuit

	Aantal bedrijven	Waterverbruik	s.e.d
Hoge druk	17	86,3	33,3
Lage druk	22	161,6	71,9
slang (waterdruk)	16	167,2	72,7
hergebruik	6	137,5	69,7

**Tabel 3** Gemiddeld waterverbruik per bedrijf vóór en na verminderen (l/melkmaal) en behaalde besparing (%; m<sup>3</sup>)

Bedrijf	Gemiddeld waterverbruik (l/melkmaal)		Waterbesparing	
	vóór verminderen	na verminderen	(%)	(m <sup>3</sup> /jaar)
<i>Lage druk</i>				
2	219,6	206,9	5,8	9,3
20	176,3	174,7	0,9	1,2
46	245,1	170,1	30,6	54,8
78	312,0	233,7	25,4	57,9
91	205,8	190,4	7,5	37,7
94	210,3	173,5	17,5	26,9
97	119,3	111,4	6,6	5,8
<i>Hoge druk</i>				
3	73,2	56,6	22,7	12,1
17	162,2	135,6	16,4	19,5
42	99,4	111,3	- 12,0	- 8,7
93	80,6	98,5	- 22,2	- 13,1
103	121,9	128,8	- 5,7	- 5,1

stijgende lijn waar te nemen, al is de variatie aanzienlijk.

De verwachting tijdens het onderzoek was dat het waterverbruik tijdens het onderzoek zou dalen, omdat veehouders meten wat het waterverbruik is en daardoor bewuster omgaan met hun water. Dit is echter niet zo gebleken. Het waterverbruik is op de bedrijven over de weken vrij constant.

Op nagenoeg alle bedrijven is de hygiënische staat als voldoende tot goed beoordeeld. Op sommige bedrijven is een enkel onderdeel, bijv. wanden, hekwerk, als onvoldoende beoordeeld. Er is echter geen relatie tussen hygiënische staat van de melkstal en waterverbruik gevonden.

Na de inventarisatie is op een aantal de bedrijven getracht het waterverbruik door aanpassing van de reinigingsmethode te verminderen. Enkele aanpassingen zijn o.a. het gebruik van een rubber trekker of bezem vóór het schoonspuiten en minder lang schoonspuiten. Niet alle bedrijven hebben meegewerkt aan vermindering, omdat er al weinig water verbruikt werd of omdat ze het idee hadden niet in verbruik terug te kunnen. De bedrijven, die meegewerkt hebben aan vermindering zijn nog twee maanden intensief gevolgd om te achterhalen of het waterverbruik inderdaad verminderd kon worden. De resultaten van deze bedrijven staan in tabel 3.

Uit tabel 3 volgt dat 9 van de 12 bedrijven inderdaad water hebben bespaard. De besparing varieert van 1 tot 58 m<sup>3</sup> per jaar. Op een paar bedrijven wordt de melkstal nu, voorafgaand aan het schoonspuiten, met een bezem of rubber trekker schoongeveegd. De besparing die op deze bedrijven wordt gehaald varieert van 8 - 23 % (12 - 38 m<sup>3</sup>/jaar).

Het onderzoek naar het waterverbruik is bij de veehouders als positief ervaren. De meeste zijn zich beter bewust van het, in een aantal gevallen, zeer hoge waterverbruik. Een aantal van hen heeft, of gaat maatregelen treffen om het waterverbruik verder te verminderen door het water



Met een driewegklep kan het water van hoofd- en/of naspoeling in een bak worden opgevangen voor hergebruik.

van de reiniging van de melkleiding te gebruiken voor het schoonspuiten van de melkstal. Op deze manier komt ook minder water in de mestkelder terecht.

### **Conclusie**

Bij de reiniging van melkleiding en melkkoeltank komt afvalwater vrij dat in principe voor 100 % gebruikt kan worden voor andere doeleinden. Het (afval)water kan nogmaals binnen de reiniging worden gebruikt, voor voorspoelen of voor doorschuif- of voorraadreiniging. In de praktijk wordt veel hergebruik van spoelwater toegepast,

waarbij het hoofd- en/of naspoelwater gebruikt wordt voor het schoonspuiten van de melkstal. Het voorspoelwater kan worden vervoerd aan het vee. In de praktijk wordt vooral afvalwater van de melkleiding nogmaals gebruikt en van melkkoeltank veel minder. Een van de redenen is dat de hoeveelheid hoofd- en naspoelwater van de melkleiding voldoende is voor het schoonspuiten van de melkstal. Daarnaast is de hoeveelheid afvalwater van melkkoeltank beperkt en de investering voor hergebruik daardoor relatief duur. Dit kan dan beter in de mestkelder worden geloosd worden.



# Optimalisatie reiniging boerderijtanks

W. Wiegersma (PR)

De Rijdende Melk Ontvangst kan in de tijd rond het melken geen melk ophalen bij de melkveehouder. Als de melk vlak voor het melken opgehaald wordt, zou de veehouder moeten wachten tot de reiniging afgelopen is. Tijdens en vlak na het melken is de melk onvoldoende gekoeld en mag deze nog niet door de RMO worden opgehaald. Omdat de zuivelindustrie een efficiënte aanwending van transportmiddelen gedurende 24 uur per dag wenst, probeert men de tijd waarin de RMO melk kan ophalen te vergroten. Het PR en de Noordelijke zuivelindustrie zijn, samen met enkele melkkoeltankleveranciers, een project gestart waarin de mogelijkheden voor een snellere tankreiniging onderzocht worden. Het doel is een aangepast reinigingsprogramma te ontwikkelen dat eenvoudig en tegen lage kosten geïnstalleerd kan worden. Voorwaarde bij dit onderzoek is dat een minstens gelijkblijvende melkkwaliteit gewaarborgd blijft. In een volgende fase van het onderzoek zal een meer ingrijpende, constructieve verandering van de reiniging onderzocht worden. Het doel hiervan is de reiniging te verkorten en de reinigingsmethode te verbeteren.

De melkkoeltank heeft sinds haar introductie op de boerderij al vele ontwikkelingen doorgemaakt. De reiniging werd in het begin geheel handmatig uitgevoerd. Naarmate de tanks groter werden, werd de behoefte aan een automatische reiniging ook groter omdat men met de borstel niet meer alle onderdelen van de tank kon bereiken. Tegen-

woordig wordt bijna iedere melkkoeltank automatisch gereinigd, waarbij het reinigingsprogramma de volgende fasen doorloopt:

- Voorspoeling: verwijdering van melkresten met koud of lauw water; soms twee keer.
- Hoofdreiniging: reiniging en desinfectie met een gecombineerd reinigings- en desinfectie-



*De reinigingsduur varieert van 30 tot 75 minuten, afhankelijk van grootte en type.*

**Tabel 1** Duur (min) en theoretisch waterverbruik (l) van de spoelfasen van tank 1 (holle roerderas/nozzles) en tank 2 (insteek sproeikop).

Spoelfase	Tank 1		Tank 2	
	Duur	Waterverbruik	Duur	Waterverbruik
Vullen, koud+heet	3	67		
Vullen, koud			5	28
Vullen, heet			2	28
Voorspoeling	5		3	
Drainage	2		3	
Vullen	3	67	8	108
Hoofdreiniging	9		11	
Drainage	4		3	
Vullen	2	34	5	46
Naspoeling 1	5		3	
Drainage	2		3	
Vullen	3	67	5	51
Naspoeling 2	3		4	
Drainage	4		4	
Totaal	45	235	59	261
Percentage vultijd (%)	24		43	

middel (dosering 0,5%); een keer in de twee weken reiniging met een zuur reinigingsmiddel. Voor de reiniging wordt heet water gebruikt (eindtemperatuur 40°C).

- Naspoeling: verwijdering van restanten reinigingsmiddel en slib met koud water; soms twee keer.

Tijdens deze fasen circuleert het water met behulp van een reinigingspomp: het water wordt, afhankelijk van het type tank, via een sproeibol, sproeikop of holle roerderas in de tank gepompt en over de binnenwand van de tank verspreid, waarna het via de uitlaat terugstroomt naar de pomp. Een uitzondering hierop vormen de tanks met het zgn. 'spatter-spray'-reinigingssysteem. Bij dit systeem circuleert het water niet maar draait de roerder met hoge snelheid door het water. Reinigingsschoepjes onder de roerderbladen versproeien het water door de tank.

### Standaardreiniging

Bij de tanks in Nederland varieert de reiniging van 30 tot 75 minuten, afhankelijk van de grootte en het merk van de tank. Vooral de reiniging van tanks met het 'spatter-spray' reinigingssysteem duurt lang, wat voornamelijk door het vullen van de tank met water wordt veroorzaakt. In het hier beschreven onderzoek zijn twee verschillende tanks onderzocht, afkomstig van de twee grootste melkkoeltankleveranciers in Nederland. In het vooronderzoek werd vastgesteld hoe de huidige reiniging (standaardreiniging) verloopt. Tabel 1 vermeldt de resultaten. Het reinigingssysteem

van tank 1 (inhoud 7.100 l) bestaat uit een holle roerderas en nozzles onder de roerderbladen, die het water in de tank versproeien. In tank 2 (inhoud 13.240 l) komt het water via een sproeikop in de tank. Deze sproeikop wordt via de uitlaat in de tank gestoken.

De verschillende spoelfasen overlappen elkaar gedeeltelijk (behalve tussen draineren en vullen). Bijvoorbeeld tijdens het vullen van de tank start de voorspoeling, de hoofdreiniging of de naspoeling al. Het zelfde geldt voor de drainage: het water wordt al afgevoerd terwijl de reinigingspomp nog loopt. Door deze overlapping zijn de vul- en circulatietijden langer dan uit tabel 1 blijkt. In tank 1 wordt tijdens de circulatie nog 1 tot 1,5 minuut water ingelaten. Het vullen van tank 2 duurt tot het begin van de drainage. De totale circulatietijd tijdens voorspoeling, hoofdreiniging, eerste en tweede naspoeling zijn voor tank 1 resp. 6, 10, 5 en 4 minuten; voor tank 2 zijn de circulatietijden resp. 4, 12, 4 en 5 minuten.

Zoals uit tabel 1 blijkt is de tijd die het programma van tank 2 nodig heeft om te vullen veel langer dan de vultijd van tank 1. De vultijd van tank 2 is 43% van de reinigingsduur terwijl dit bij tank 1 slechts 24% is. Ter vergelijking is tevens de hoeveelheid water, die tijdens vullen in de tank wordt gelaten, in tabel 1 vermeld. Het verschil in de vultijden wordt voornamelijk veroorzaakt door verschillende stromingsweerstand in de toevoerleiding naar de tank. Voor tank 1 levert deze weerstand een debiet (= hoeveelheid water per minuut) van 15 l/min; het debiet van tank 2 is

**Tabel 2** Theoretisch en werkelijk waterverbruik en het verschil tussen theoretisch en werkelijk waterverbruik (1) van tank 1 en 2.

Tank 1	Theoretisch	Werkelijk	S.e.d.	Vershil	
Koud water	135	119	4	16	n <sup>3)</sup> = 10
Heet water	101	75	7	26	
Totaal	236	194	9	42	
Tank 2					
Koud water	125	106	6	19	n <sup>3)</sup> = 6
Heet water	137	126	4	11	
Totaal	262	232	9	30	

<sup>3)</sup>n = aantal metingen.

ruim 2,5 keer zo laag, nl. 5,7 l/min. Het vullen voor bijvoorbeeld de hoofdreiniging duurt hierdoor 19 minuten.

Een debiet van 15 l/min wordt echter niet altijd gehaald, vooral het heet water-debiet blijkt vaak te laag te zijn omdat soms tegelijkertijd de melkleiding gereinigd wordt. Hierdoor is het waterverbruik lager dan voorgeschreven (tabel 2).

Uit tabel 2 volgt dat ook het waterverbruik van tank 2 vaak lager is dan voorgeschreven. De reiniging van de tank en de melkleiding vindt hier echter nooit tegelijkertijd plaats. Mogelijk is de

stromingsweerstand iets groter dan aangenomen wordt.

Kennelijk worden de tanks ook met deze kleinere hoeveelheid water goed gereinigd omdat het nooit tot problemen heeft geleid. Mogelijk kan de hoeveelheid water nog verder gereduceerd worden, waardoor de vultijden verder verkort kunnen worden.

### Verkorten reinigingsduur

In de eerste fase van dit onderzoek wordt getracht de reinigingsduur te verkorten door wijzi-



*De RMO kan langer melk ophalen wanneer de duur van de tankreiniging wordt verkort.*

gingen aan te brengen in het bestaande reinigingsprogramma.

Er zijn 4 mogelijkheden om de tankreinigingstijd te verkorten:

### *1 Verkorten vultijd*

Omdat de totale vultijd van tank 1 relatief kort is, lijkt een verdere verkorting niet zinvol. De totale vultijd van tank 2 kan wel verkort worden, namelijk door het debiet te vergroten. Geprobeerd wordt om deze te verhogen van 5,7 naar 7 l/min. De totale vultijd voor de voorspoeling, hoofdreiniging en beide naspoelingen is dan resp. 8, 16, 7 en 8 minuten. De vultijd wordt hierdoor met 7 minuten verkort en is dan nog 35% van de totale reinigingsduur.

### *2 Eénmaal naspoelen*

De tweede naspoeling is destijds geïntroduceerd om de hoeveelheid slib en/of residuen reinigingsmiddel die in de tank achterblijven te verkleinen. De concentratie aan reinigingsmiddelresiduen in melk is afhankelijk van de hoeveelheid melk in de tank en de hoeveelheid restwater die na reiniging in de melktank achterblijft. Bij dit laatste punt speelt het afschot van de tank een belangrijke rol. Met de juiste dosering reinigings- en desinfectiemiddel en twee keer naspoelen kan een voldoende lage residu- en slibconcentratie bereikt worden. Bij het weglaten van de tweede naspoeling bestaat de kans dat deze residuen weer in gehalten toenemen. Dit moet voorkomen worden. Door het actief chloorgehalte in het laatste naspoelwater te bepalen wordt een indruk gekregen van de residu-concentratie in het restwater.

#### *Tank 1*

Op tank 1 is een aangepast reinigingsprogramma geïnstalleerd. Volgens dit programma wordt de tank slechts één keer nagespoeld met 67,5 l. Daarnaast is het programma zodanig aangepast dat de opeenvolgende fasen direct op elkaar aansluiten. De reinigingsduur is hierdoor teruggebracht naar 33 minuten (73% van de oude tijd). Gedurende de eerste 7 weken van de proefperiode is gebleken dat de actief chloor- en slibconcentratie inderdaad zijn toegenomen. Het actief chloorgehalte in het laatste naspoelwater is gestegen van 0 mg/kg naar ca. 4 mg/kg. Dit is een aanzienlijke toename. Deze verhoogde actief chloorconcentratie in het naspoelwater kan ten koste van de melkqualiteit gaan als te veel reinigingsmiddelresiduen in de melk terechtkomen. Dit laatste is niet aanvaardbaar. Bij het huidige

reinigingsprogramma zijn twee achtereenvolgende naspoelingen blijkbaar essentieel. Daarom wordt de naspoeling van 67,5 l gesplitst in twee naspoelingen van (in eerste instantie) 34 l. Beide naspoelingen kunnen in ca. 4 minuten uitgevoerd worden als het vullen direct wordt opgevolgd door draineren en als het water slechts 1 minuut circuleert.

De tank wordt, bacteriologisch gezien, nog steeds goed gereinigd met het nieuwe programma. Om dit te controleren worden swab- en spoelmonsters genomen. Met een swab (steriel wattestokje) worden verschillende onderdelen van de tank, zoals mangat en roerder, bemonsterd. De spoelmonsters worden ca. 9 uur na de reiniging genomen met behulp van steriele halfvolle melk. Het aeroob kiemgetal in de spoelmonsters varieert van 30 tot 1100 kolonie vormende eenheden/ml, maar er is geen stijgende trend waar te nemen. Uit de swabmonsters blijkt dat het mangat (dekselring), de uitlaat en de bovenkant van de tank het moeilijkst te reinigen zijn.

#### *Tank 2*

Het weglaten van de tweede naspoeling in het reinigingsprogramma van tank 2 zal leiden tot een reinigingsduur, inclusief de kortere vultijden, van 40 min (69% van de oude reinigingstijd).

Echter, uit een berekening volgt dat ook bij deze tank het actief chloorgehalte sterk toeneemt (van 0 tot 3 à 4 mg/kg) als maar één keer wordt nagespoeld. Daarom worden twee naspoelingen met een minimale duur (8 min) aan het programma toegevoegd. Er wordt dan twee keer nagespoeld met 42 l water, dat 3 minuten circuleert. De reiniging duurt dan 45 minuten (75% van de oude reinigingstijd).

### *3 Verkorten hoofdreiniging*

Het water circuleert tijdens de hoofdreiniging van tank 1 en 2 resp. 10,5 en 12 minuten. Dit is vrij lang. Omdat niet bekend is wat de noodzakelijke circulatietijd tijdens de hoofdreiniging is, wordt onderzocht in hoeverre de pomptijd tijdens de hoofdreiniging verkort kan worden.

#### *Tank 1*

Bij tank 1 is de pomptijd verkort naar 7 minuten. Tegelijk met deze wijziging zijn ook de draineertijden verkort omdat deze soms onnodig lang zijn. De draineertijden van de hoofdreiniging en de naspoeling zijn daarom teruggebracht van 3,75 naar 2,25 minuten. Met deze wijzigingen duurt de reiniging 28 minuten (62% van de oude duur).



*De tank moet goed op afschot staan waardoor minder restwater achterblijft.*

Deze verkorting lijkt geen invloed te hebben op het reinigend effect: het aëroob kiemgetal in de spoelmonsters blijft stabiel. Hieruit volgt dat de hoofdreiniging nog steeds goed wordt uitgevoerd.

#### Tank 2

Bij tank 2 heeft verkorten van de circulatietijd tijdens de hoofdreiniging (én voor- en naspoeling) geen effect op de totale reinigingsduur. De totale reinigingsduur wordt bij deze tank alleen bepaald door de vul- en draineertijden. De duur van de circulatie hangt daardoor (onder andere) af van de vultijd. Verkorten van de hoofdreiniging kan door de pomp later te laten starten.

#### 4 Verkorten voor- en naspoeling

De noodzakelijke circulatietijd tijdens de voor- en naspoeling is niet bekend. Deze tijd zou daarom ook verkort kunnen worden. De pomptijd van tank 1 tijdens de voor- en naspoeling is resp. 6, 5 (1<sup>e</sup>) en 4 minuten (2<sup>e</sup>). Onderzocht zal worden of een circulatietijd van 1 minuut mogelijk is.

Bij tank 2 hangt de circulatietijd tijdens de voor- en naspoeling, net als bij de hoofdreiniging, af van de vultijd. De circulatietijden (4 en 5 min) zouden verkort kunnen worden maar dit heeft geen

effect op de totale reinigingsduur.

#### **Verbetering reinigingsmethode: spoelen via een externe spoelbak**

Een betere oplossing voor het geheel verwijderen van de restanten melk en reinigingsmiddel tijdens de voor- en naspoeling is te spoelen volgens het verdringings- in plaats van het verdunningsprincipe. Met het verdunningsprincipe wordt bedoeld dat restanten melk en reinigingsmiddel verdund worden met het spoelwater. Deze methode is niet optimaal, omdat met vervuild water wordt gecirculeerd waardoor er altijd een zekere hoeveelheid melk of reinigingsmiddel in de tank achterblijft. De reiniging volgens het verdunningsprincipe kost veel tijd en water. Wanneer het verdringingsprincipe wordt toegepast kunnen restanten melk en reinigingsmiddel mogelijk sneller uitgespoeld worden met minder water.

#### *Verdringingsprincipe*

De verbeterde methode van voor- en naspoelen werkt volgens het verdringingsprincipe waarbij het benodigde spoelwater, dat al (gedeeltelijk) klaarstaat in bijvoorbeeld een externe spoelbak, de restanten uit de tank duwt. Met een niveaumeter in de spoelbak kan de juiste hoeveelheid

water geregeld worden. Het water wordt met de reinigingspomp in de tank gebracht en wordt vervolgens meteen geloosd (open drainage). Het water circuleert dus niet waardoor geen vermenigving met restanten melk of reinigingsmiddel optreedt. Deze restanten en ook het slib worden hierdoor beter uitgespoeld. Naast een betere voor- en naspoeling levert dit mogelijk ook tijdswinst op omdat het water niet meer circuleert. Tevens staat het water al (gedeeltelijk) klaar in de spoelbak: tijdens de drainage van de voorspoeling en de hoofdreiniging kan het vullen van de spoelbak al starten.

### **Conclusie**

Uit de eerste resultaten van het onderzoek met tank 1 volgt dat verkorting van de reinigingsduur mogelijk is. In eerste instantie kan de reiniging verkort worden van 45 naar 28 minuten door het weglaten van de tweede naspoeling, het verkorten van de hoofdreiniging, kortere draineertijden en het direct op elkaar aan laten sluiten van de spoelfasen. De bacteriologische gesteldheid van de tank blijft stabiel. Echter, het weglaten van de tweede naspoeling is riskant vanwege een te hoog actief chloorgehalte in het restwater na de tankreiniging. Dit kan worden opgelost door de naspoeling te vervangen door twee korte naspoelingen. Dit lijkt de enige oplossing binnen de doelstelling van de eerste fase van het onderzoek, namelijk het verkorten van de tankreiniging door wijziging van het bestaande reinigingspro-

gramma. Door de circulatietijd tijdens de voor- en naspoeling te verkorten wordt de reinigingsduur verder verkort.

De reinigingsduur van tank 2 kan mogelijk van 60 naar 45 minuten verkort worden. Dit is mogelijk door de vultijden te verkorten en de twee huidige naspoelingen te vervangen door twee kortere. De korte naspoelingen moeten de reinigingsmiddelresiduen voldoende verwijderen.

Deze conclusies zijn gebaseerd op resultaten verkregen op een korte termijn. Het is van belang dat ook op de lange termijn naar het effect van een kortere tankreiniging wordt gekeken. Zijn deze resultaten positief dan kan het aangepaste reinigingsprogramma op een eenvoudige manier op andere tanks (type tank 1 en tank 2) worden geïnstalleerd.

Reinigen via een externe spoelbak is een betere oplossing voor het residu-probleem dan twee keer naspoelen. Dit is een meer ingrijpende verandering die in een tweede fase van het onderzoek bekeken wordt. Bij deze reinigingsmethode wordt er voor- en nagespoeld volgens het verdringingsprincipe. Als deze methode van reiniging beter (en sneller) blijkt te zijn, kan overwogen worden deze reinigingsmethode op nieuwe tanks te introduceren.



# Reinigingssystemen met elkaar vergeleken

*H. Wemmenhove (IKC-RSP)*

**Het lozen van het afvalwater op het oppervlaktewater is zonder vergunning niet toegestaan. Veel veehouders hebben daarom bericht gehad, het lozen van het afvalwater vanuit de melkwinningsinstallatie te saneren. De grootste afvalwaterstroom komt vrij bij de reiniging van de melkmachine. Er zijn diverse reinigingssystemen op de markt, waarbij gekeken is naar het terugdringen van de hoeveelheid afvalwater. In dit artikel worden de diverse systemen met elkaar vergeleken.**

## Reiniging melkmachine

Ongeveer 70% van de bedrijven maakt voor het reinigen van de melkmachine gebruik van een reinigungsautomaat. De hoeveelheid spoelwater wordt meestal geregeld met een niveauschakeling. Dit betekent dat de hoeveelheden water voor de voor- en naspoeling en de hoofdreiniging gelijk zijn. Een juiste afstelling van de niveauschakelaar is daarom van groot belang. Daarnaast zijn er bedrijven waarbij de reiniging handmatig wordt uitgevoerd. Het waterverbruik is bij deze bedrijven doorgaans minder. Met name de hoeveelheid voorspoelwater is bij handreiniging lager.

De eerste stap om de hoeveelheid afvalwater vanuit de melkmachine te beperken, is het juist afstellen van de huidige reiniging. Voor het bepalen van de hoeveelheid water kan gebruik worden gemaakt van de volgende formule: 20 liter + 3 tot 5 liter per melkstel. In tabel 1 is voor diverse melkstallen de benodigde hoeveelheden water voor de reiniging weergegeven.

Het blijkt dat er in de praktijk situaties voorkomen waarbij te veel water wordt verbruikt. Het opnieuw afstellen van de reiniging kan in deze gevallen al een grote besparing opleveren. Ook het afschot van de leidingen is belangrijk. Hierdoor blijft er weinig water achter in de installatie en treedt er geen vermenging van de voorspoeling en hoofdreiniging op.

Het aanpassen van het reinigingssysteem moet altijd in samenspraak met de leverancier gebeuren. Het mag nooit ten koste gaan van de melkqualiteit.

## Waterbesparing

Meestal gaan we bij de reiniging van melkmachines uit van een waterverbruik van 20 liter + 5 liter/melkstel. Door een betere afstelling is het in

veel gevallen mogelijk het waterverbruik per spoeling terug te brengen. Een vermindering van 1 liter/melkstel is wellicht haalbaar. Deze besparing kan men bereiken door een betere afstelling, maar daarnaast is het ook mogelijk het vacuüm tijdens het reinigen te verhogen van bijvoorbeeld 45 naar 55 kPa. Uit onderzoek van het Proefstation voor de Rundveehouderij blijkt dat door vacuümverhoging het waterverbruik voor de voorspoeling met circa 40% kan worden teruggebracht. Wellicht kan ook bij de hoofdreiniging en de naspoeling een besparing worden bereikt. Vrijwel dezelfde resultaten werden verkregen door luchtinjectie toe te passen. Doordat er tijdens de reiniging kolomvorming van het water ontstaat wordt een betere reiniging gerealiseerd. Toepassing van zowel vacuümverhoging én luchtinjectie samen geeft geen extra waterbesparing.

Het aanbrengen van vacuümverhoging of luchtinjectie tijdens de reiniging is eenvoudig te doen met een geringe investering.

Bij een optimale reiniging is een goede fase-scheiding tussen voorspoeling en hoofdreiniging van groot belang. Momenteel kan een aantal fabrikanten van melkwinningsapparatuur een reinigungsautomaat leveren, waarbij de hoeveelheid water voor de verschillende spoelingen afzonderlijk is in te stellen. In de praktijk wordt de voorspoeling ingesteld op 50-65% van de hoofdreiniging. In sommige gevallen kan ook het naspoelwater worden gereduceerd. Bij veehouders is er veel belangstelling voor deze apparatuur.

## Hergebruik reinigingswater

Het water dat vrijkomt bij de reiniging van de melkinstallatie kan voor een deel opnieuw gebruikt worden. Het voorspoelwater is niet geschikt voor hergebruik, omdat dit water melkresten bevat. Momenteel lopen er proeven om dit

**Tabel 1** Hoeveelheid water voor de reiniging van standaardmelkmachine

Staltype	Aantal melkstellen	Water/reiniging (l)	Afvalwater/jaar (m³)
<b>Grupstallen</b>			
Grupstal	3	87 - 105	63 - 75
Grupstal	5	105 - 135	75 - 98
<b>Doorlooptmelkstallen</b>			
Open melkstal	6	114 - 150	83 - 110
Visgraat	8	132 - 180	96 - 130
Open melkstal	8	132 - 180	96 - 130
Visgraat	12	168 - 240	123 - 175
Visgraat	16	204 - 300	149 - 219

Melkinstallaties met een ruime melkleiding (> 50 mm) gebruiken circa 40% meer water.

water te vervoederen aan het vee. Het water van de hoofdreiniging bevat resten reinigingsmiddel en is geschikt voor hergebruik met uitzondering van de zuurspoeling. Het naspoelwater is vrijwel schoon en geschikt om opnieuw te gebruiken.

Een veehouder kan het vrijkomende reinigingswater (hoofd- en naspoelen) gebruiken voor het schoonspuiten van de melkstal. Uit ervaringen van veehouders is bekend dat de hoeveelheid water die vrijkomt bij de hoofdreiniging en de naspoeling juist voldoende is om de melkstal mee schoon te spuiten. Dit gebeurt onder lage druk. In sommige gevallen heeft men hiervoor zelfs onvoldoende water. Het is belangrijk dat het opslagvat voor het opvangen van het reinigingswater voldoende groot is. Ook bestaan er voorzieningen om water, wat al gebruikt is voor de naspoeling of hoofdspoeling, geheel of gedeeltelijk te gebruiken voor de voorspoeling.

Door het verminderen van het waterverbruik en het hergebruiken van water kan een veehouder de omvang van de afvalwaterstroom verlagen met 20-40%. Apparatuur voor hergebruik wordt inmiddels door de meeste melkmachinefabrikanten aangeboden; de kosten zijn ongeveer f 4000,--.

### Nieuwe reinigingssystemen

Momenteel krijgt een aantal reinigingsmethoden veel aandacht. Dit zijn de hittereiniging, de voorraadreiniging en de doorschuifreiniging. Deze drie reinigingsmethoden zijn onlangs beproefd door het Proefstation voor de Rundveehouderij en blijken goed te kunnen reinigen.

#### Hittereiniging

Hierbij wordt de melkmachine-installatie gedurende 2 minuten op een temperatuur gehouden van minimaal 77°C. Bij deze temperatuur vindt desinfectie van de installatie plaats. Er worden

dan ook geen reinigings- en desinfectiemiddelen toegepast. De aanvangstemperatuur van het reinigingswater bedraagt 98°C. Om kalkaanslag te voorkomen wordt bij iedere reiniging zuur toegevoegd. Er wordt per reiniging één spoeling uitgevoerd. Hiervoor is circa 16 liter heet water per melkstel nodig (Engels onderzoek). Hittereiniging wordt nogal eens toegepast door boerderijzuivelbereiders. Hittereiniging kan worden geoptimaliseerd door het laatste spoelwater op te vangen en hiermee de volgende keer een voorspoeling uit te voeren. Uit onderzoek blijkt dat hiermee een besparing van 5 liter water per melkstel kan worden gerealiseerd. De extra investering voor een hittereiniger bedraagt circa f 4000,--

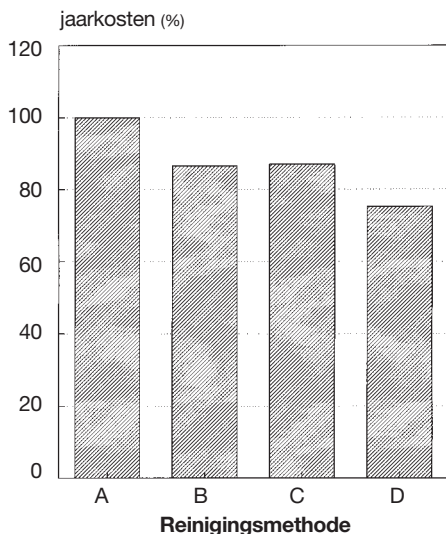
#### Voorraadreiniging

Bij voorraadreiniging wordt de reinigungsoplossing van de hoofdreiniging gedurende één week gebruikt. Hierdoor wordt op de hoeveelheid afvalwater en op de reinigingsmiddelen bespaard. De hoeveelheid water die per spoeling nodig is, is gelijk aan de hoeveelheid van de standaardreiniging. Voorraadreiniging vraagt een extra investering van ongeveer f 6000,--. Deze manier van reinigen is wel onderzocht, maar wordt nog niet toegepast in de praktijk. In de zuivelindustrie wordt dit principe van reiniging wel toegepast.

#### Doorschuifreiniging

Bij de doorschuifreiniging wordt het naspoelwater bij de volgende spoeling gebruikt voor de hoofdreiniging. Daarna wordt het opgevangen en vervolgens gebruikt voor de voorspoeling. Hierdoor is een besparing op het afvalwater afkomstig van de melkinstallatie van 66% te realiseren. Voor het schoonspuiten van de melkstal is echter weer leiding- en/of bronwater nodig. Hiermee komt de besparing in bedrijfsverband op circa

**Figuur 1** Jaarkosten bij verschillende reinigingsmethoden



40%. In Nederland draait een 25-tal van deze systemen. De doorschuifreiniging kost ongeveer f 9.000,-- meer dan een standaard reinigungsautomaat. De jaarkosten van dit systeem zijn in vergelijking met andere systemen hoog.

#### Financieel voordeel

Forse besparingen op de reinigingsmiddelen of afvalwater hoeven niet direct te leiden tot een kostenbesparing. Het is daarom belangrijk de diverse systemen door te rekenen in bedrijfsverband. Hoe groot de besparingen zijn wordt aan de hand van een voorbeeldbedrijf weergegeven. Dit bedrijf is doorgerekend met het computerprogramma WWE (warm water en energie) van PR en IKC.

Hierbij zijn vier situaties bekeken:

- A - Een standaardreiniging;
- B - Een standaardreiniging waarbij het water van de hoofdreiniging en van de naspoeing wordt hergebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal;
- C - Een geoptimaliseerde reiniging, waarbij het voorspoelwater met 50% is verminderd en waarbij de hoeveelheid water dat nodig is voor de reiniging met 1 liter per melkstal is terug gebracht. (in plaats van 20 liter + 5 liter/melkstal, is nu 20 liter + 4 liter/melkstal gebruikt);
- D - Een geoptimaliseerde reiniging zoals bij C is omschreven, waarbij bovendien hergebruik van het spoelwater plaatsvindt.

#### Uitgangspunten

Als voorbeeld is gerekend met een bedrijf met 60 melkkoeien. Dit bedrijf heeft een 10-stands visgraat melkstal, met een standaard melkinstallatie. Voor de warmwatervoorziening maakt de veehouder gebruik van een elektrische boiler. Voor het schoonspuiten van de stal wordt een gemiddeld niveau aangehouden; dit betekent voor deze stal een waterverbruik van 164 liter per dag. Het afvalwater wordt opgeslagen in de mestkelder en met de mest uitgereden.

Voor opslagkosten en uitrijkosten is f 10,-- per m<sup>3</sup> gerekend.

In figuur 1 zijn de verschillende mogelijkheden met elkaar vergeleken.

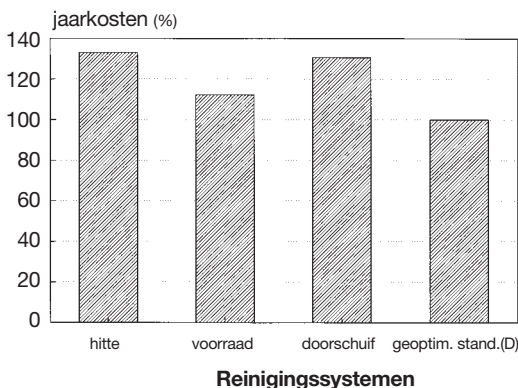
Daarnaast wordt de geoptimaliseerde reiniging, waarbij ook hergebruik plaatsvindt (situatie D) vergeleken met de diverse reinigingssystemen. Hierbij is eveneens uitgegaan van een geoptimaliseerde reiniging. De resultaten zijn weergegeven in figuur 2.

#### Besparing

Het is vanzelfsprekend dat een geoptimaliseerde reinigingsmethode een besparing oplevert. De besparing die dit bedrijf (5V5 met 60 melkkoeien) realiseert op het energieverbruik, de reinigingsmiddelen en het beperken van de hoeveelheid afvalwater, bedraagt 13%. Omgerekend betekent dit een besparing van ruim duizend gulden per jaar. Bij hergebruik van het water van de hoofdreiniging en de naspoeing voor het schoonspuiten van de melkstal geeft dit een vermindering van het afvalwater van circa 100 m<sup>3</sup>. Dit levert nogmaals een besparing van circa duizend gulden op aan opslag en uitrijkosten.

Uit figuur 2 blijkt dat voorraadreiniging, hittereiniging en doorschuifreiniging duurder zijn dan de

**Figuur 2** Jaarkosten bij 4 reinigingssystemen



geoptimaliseerde standaardreiniging met hergebruik.

Bij voorraadreiniging zijn de energiekosten en de investeringskosten iets hoger dan bij de standaardreiniging. Hierdoor nemen de jaarkosten iets toe. Bij doorschuifreiniging zijn de investeringskosten behoorlijk hoger waardoor ook de totale jaarkosten stijgen. Bij hittereiniging zijn het vooral de energiekosten die de jaarkosten verhogen.

### Ecotax

Met ingang van 1 januari 1996 wordt de zogenaamde ecotax, ook wel kleinverbruikersheffing genoemd, ingevoerd. Dit heeft tot gevolg dat de energieprijzen stijgen. De kosten voor electriciteit gaan dan met 3,5 cent per kWh omhoog. De gasprijzen stijgen in 1996 eveneens met 3,5 cent per m<sup>3</sup>. In 1997 en 1998 wordt de gasprijs we-

derom verhoogd tot een totaal van 11,2 cent in 1998. Het doel van deze belasting is het energieverbruik terug te dringen. Door de eco-tax stijgen met name de kosten van hittereiniging, omdat dit systeem relatief veel energie gebruikt.

### Samenvatting

Door de huidige reiniging te optimaliseren, en het afvalwater voor een deel te hergebruiken is niet alleen een besparing op de hoeveelheid afvalwater mogelijk, maar ook een aanzienlijke kostenbesparing te realiseren. Hittereiniging, voorraadreiniging en de doorschuifreiniging geven wel een besparing op afvalwater en eventueel op reinigingsmiddelen, maar de totale jaarkosten komen meestal hoger uit. De invoering van de ecotax brengt hier geen verandering in. De resultaten van hitte-reiniging worden door de ecotax ongunstig beïnvloed.



*Voor de reiniging van een 2 x 6 visgraat melkstal is ongeveer 200 liter water per keer nodig.*

# Eisen aan de reiniging bij automatisch melken

E. Schuiling (PR)

Een logische stap in de ontwikkeling van machinaal melken is het automatiseren van het aansluiten van het melkstel. Deze stap heeft echter vergaande gevolgen, omdat nu de veehouder niet meer bij het melken aanwezig hoeft te zijn. De 'melkrobot' bestuurt niet alleen het melkproces maar ook het reinigingsproces. Het thema van deze publikatie is een betere beheersing van de reiniging. Bij de ontwikkeling van de melkrobot heeft dit aspect echter nog geen of weinig aandacht gehad.

## Inleiding

De standaard werkwijze bij machinaal melken in Nederland is dat er twee of drie keer daags wordt gemolken. Aansluitend wordt de melkinstallatie gereinigd en ontsmet, zodat er bij de volgende melkbeurt zonder verdere handelingen kan worden begonnen met melken. Voor de reiniging is een zee van tijd beschikbaar, omdat het melken per keer maar anderhalf uur in beslag neemt. Het melken is dus duidelijk een discontinue activiteit. Bij automatisch melken wordt getracht gedurende een zo groot mogelijk deel van de dag te melken, om zodoende een zo groot mogelijke capaciteit (te melken dieren per installatie) te realiseren en om koeien meermaal daags te kunnen melken (verhoging van de melkproductie). Het reinigen van de installatie is nu een tijdrovende bezigheid, die de capaciteit vermindert en het koeverkeer kan ontregelen. Gewenst is dan ook dat het reinigen van de installatie weinig frequent en kortdurend kan worden uitgevoerd.

## De huidige situatie

In diverse landen wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een melkrobot. Nederland neemt hierbij een belangrijke positie in, ondanks dat Neder-

land geen grote traditie heeft op het gebied van fabricage van melkwinningsapparatuur.

Bij de ontwikkeling van de melkrobot neemt het aansluiten van de melkbekers een centrale plaats in. Sensoren voor de detectie van de spenen en de benodigde hydrauliek voor een nauwkeurige en robuuste positionering van de melkbekers leveren vele problemen op. Een tweede aandachtsveld vormt de toepassing van en het management rond een installatie in de praktijk.

De laatste twee fabrikanten uit tabel 1 hebben nu op meerdere praktijkbedrijven installaties geplaatst (resp. ca. 20 en 15). De aandacht gaat hierbij uit naar de performance van de installatie: welk deel van de koeien wordt aangesloten, hoeveel koeien kunnen er per dag worden gemolken en hoeveel onderhoud is er nodig.

De reiniging van de installatie is (nog) geen punt van grote aandacht. Voor een omvangrijke introductie van automatisch melken in de praktijk is echter het behoud en zo mogelijk verbetering van de goede melkqualiteit onontbeerlijk. Naast de besmetting van de melk vanuit de installatie spelen risico's met vrije vetzuren en het automatisch onderkennen en afscheiden van melk van slechte kwaliteit.

**Tabel 1** Ontwikkelaars van automatische melkinstallaties (melkrobots)

Firma	Land	Stadium
Alfa Laval/Silsoe	Engeland	ontwikkeling
Cemagref	Frankrijk	ontwikkeling
Düfelsdorff	Duitsland	ontwikkeling
Gascoigne Melotte	Nederland	ontwikkeling
Lely	Nederland	praktijk
Prolion	Nederland	praktijk

## Opbouw installatie

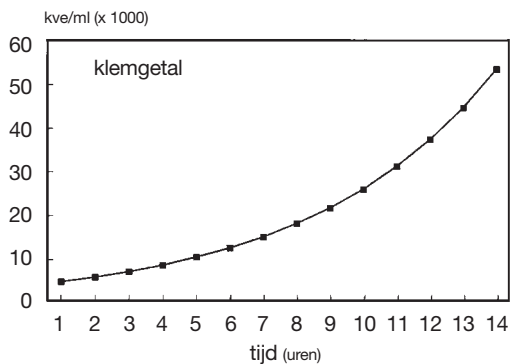
Qua constructie verschilt een automatische melkinstallatie niet wezenlijk van een standaard installatie: alle onderdelen voor het onttrekken van de melk aan de uier en het transport van de melk naar de opslagtank zijn aanwezig. De omvang van de installatie is echter veel kleiner: het aantal standen varieert van 1 tot 4, afhankelijk van de firma en de omvang van de veestapel. De constructie is ingewikkelder doordat er meer kleppen en meetinstrumenten (geleidbaarheid, temperatuur, vacuüm etc.) zijn ingebouwd in het gedeelte waar melk doorheen stroomt. Bij een goede aanleg, waarbij er zorg gedragen wordt voor de afwezigheid van dode hoeken en voldoende turbulentie tijdens de reiniging, geeft dit geen grote problemen.

Een veel wezenlijker verschil met standaardinstallaties is echter dat de melkapparatuur langere tijd achtereen gebruikt wordt, zonder een reiniging. De melkinstallatie is daardoor voortdurend gevuld met melk. Nu heeft verse melk van nature een bacteriegroeiremmende werking (peroxidase-thiocyanaat- $\text{H}_2\text{O}_2$ -systeem, xanthine-oxidase, lactoferrine, lysozym, immunoglobulinen), waardoor de bacteriegroei wordt geremd. Tevens zal, afhankelijk van de oorsprong van de bacteriën, aanpassing van de bacteriegroei gebeuren, zodat deze vertraagd op gang komt. Deze processen zijn natuurlijk afhankelijk van de temperatuur. Indien er voortdurend met verse melk wordt gespoeld, zal het melktransporterend gedeelte weinig oude melk bevatten, waarin bacteriegroei ongeremd kan plaatsvinden. Op basis hiervan is te verwachten dat langere tijd achtereen gemolken kan worden, zonder de melkwaliteit negatief te beïnvloeden. Door het Proefstation voor de Rundveehouderij is dit gegeven in een aantal onderzoeken uitgevoerd, met zowel gesimuleerde als echte robotinstallaties.

Het onderzoek heeft aangetoond dat bij continu melken de melkwaliteit tussen twee reinigingsbeurten terugloopt. Het aantal bacteriën in de melk, dat in de koeltank stroomt, neemt exponentieel toe (zie figuur 1). Een vertienvoudiging van het kiemgetal van de instromende melk in de koeltank vond in het onlangs uitgevoerde onderzoek plaats in ongeveer 14 uur. Dit komt overeen met eerder onderzoek. Voor specifieke bacteriën is het beeld niet anders. Ook voor thermoresistente bacteriën en psychrotrofen is er een exponentiële toename gedurende het melkmaal gevonden.

Er zijn aanwijzingen dat deze toename beïnvloed

**Figuur 1** Bacteriegroei in een automatische melkinstallatie



wordt door de omgevingstemperatuur, alhoewel dit in het laatste onderzoek niet werd bevestigd. Het aantal gemolken koeien per uur had, door meer of minder doorspoelen met verse melk, geen invloed op de bacteriële groei. Ook het spoelen van een gedeelte van de melkapparatuur met water indien er langere tijd geen koeien komen, had geen positief effect.

## Reinigingsstrategieën

Een goede reiniging van een automatische melkinstallatie moet

- weinig tijd vragen,
- weinig water en energie verbruiken,
- geen residuen in de melk geven en vooral
- een schone en ontsmette installatie leveren.

Bij continu melken blijkt dat er een voortdurende toename is van het kiemgetal. Deze ongewenste stijging van het kiemgetal kan worden beperkt door een aantal maatregelen.

### Aanpassing reinigingsfrequentie

De bacteriële groei is exponentieel in de tijd. Onder de omstandigheden zoals bij de onderzochte installatie blijkt dat de installatie iedere 8 uur gereinigd moet worden, als we een maximale vermeerdering met een factor twee tot vier accepteren.

### Koelen van de melk in de installatie

Als de gehele melkinstallatie ongekoeld is, blijft er warme melk achter, met name in de persleiding en de luchtafscheider. Het is technisch mogelijk deze melk te koelen, waardoor bacteriegroei wordt geremd. Het nadeel is echter dat het extra energie vraagt, zowel om de melk te koelen als de installatie weer op te warmen bij de reiniging.



### *Beperking restmelk*

Door de hoeveelheid restmelk in de installatie te beperken, blijft er weinig melk langere tijd ongekoeld. Bij doorspoelen met verse melk zal er dan ook weinig vermenging plaatsvinden, zodat de natuurlijk aanwezige remming maximaal wordt benut. Vermenging van melk kan vooral plaatsvinden in het melkopvanggedeelte voor de melkpomp. Het schakelmechanisme voor de melkpomp moet daarom zorgvuldig worden afgesteld: weinig restmelk en toch niet blinddraaien. De persleiding moet over een zo groot mogelijk deel afschot hebben naar de koeltank, zodat deze zichzelf dreineert.

Gunstig voor de hoeveelheid restmelk is ook een zo klein mogelijk melkvoerend gedeelte van de installatie.

### *Procescontrole en -besturing*

Doordat een aantal sensoren (bijvoorbeeld temperatuur en geleidbaarheid) al is ingebouwd en er tevens verwerkings- en sturingsmogelijkheden zijn, is procesbewaking van de reiniging eenvoudig in te brengen. Een hittereiniging is daardoor op goed controleerbare wijze uit te voeren.

### *Verkorten reinigingsduur*

Een besparing op reinigingstijd is te bereiken door meerdere spoelbakken te gebruiken, zodat tijdens de reiniging niet op het vullen van de

spoelbak gewacht hoeft te worden. Een goed voorbeeld hiervan is de doorschuifreiniging en de optimalisatie van het reinigingsproces zoals op De Marke. De reinigingstijd kan hierdoor worden beperkt tot 20 minuten.

### **Conclusie**

Drie keer daags reinigen van een automatisch melkinstallatie lijkt vooralsnog noodzakelijk. Door de reinigingstijden zorgvuldig te kiezen, kan gebruik gemaakt worden van 'stille' periodes in het koeverkeer, waardoor de hinder voor de dieren beperkt blijft. Tevens kan door een optimalisatie van de reiniging (door gebruik van meerdere spoelbakken) de benodigde tijd beperkt blijven.

Een verdere verbetering is te bereiken door zo weinig mogelijk restmelk in de installatie achter te laten. Het spoelen met water van gedeeltes van de installatie lijkt vooralsnog weinig effect te hebben, maar gedetailleerd onderzoek is nog niet uitgevoerd.

In vergelijking met een standaardinstallatie voor 75 koeien is de robot gunstig qua water en energieverbruik bij de reiniging, met name omdat de installatie klein is waardoor er weinig water nodig is. Een 8 stands melkstal met melkmeters vraagt plusminus 200 liter water per reiniging, een melkrobot daarentegen 50 tot 100 liter. Een verdere optimalisatie van de reiniging kan zowel resultaat als verbruik nog verbeteren.



*Een automatische melkinstallatie in werking.*

# Locale zuivering afvalwater

P.G.B. Hermans

(Witteveen + Bos, Raadgevende ingenieurs b.v.)

In de melkveehouderij worden diverse afvalwaterstromen geproduceerd, waaronder spoelwater melkapparatuur. Naast de richtlijnen vanuit de wetgeving, kan ook lokale (decentrale) zuivering van het afvalwater een goede oplossing bieden voor de problematiek van het melkspoelwater. Om een antwoord te geven op bovenstaande vragen, heeft de Gewestelijke Raad van het Landbouwschap in Noord-Holland aan Witteveen+Bos Raadgevende ingenieurs b.v. gevraagd de ontbrekende kennis over decentrale zuivering aan te vullen. De kerntaak van het project "Agrarisch Afvalwater Buitengebied; Decentraal zuiveren" is het maken van een vergelijking tussen de reeds bestaande verwerkingsmethoden en decentraal zuiveren.

Een evenwichtige afweging tussen decentraal zuiveren en andere verwerkingsmethoden kan (nog) niet worden gemaakt, omdat er veel onduidelijkheden bestaan over decentrale zuivering. Vragen daarbij zijn onder meer:

- welke zuiveringstechnieken zijn toepasbaar en betrouwbaar voor de behandeling van agrarisch afvalwater?
- welke lozingseisen worden gesteld aan het gezuiverde water?

- wat zijn de kosten voor locale zuivering?
- is locale zuivering controleerbaar (door vergunningverlener) en hanteerbaar (door veehouder)?

## Duurzaamheid

Alvorens wordt ingegaan op de mogelijkheden van decentrale zuivering, is het noodzakelijk om vast te stellen hoeveel water een zuiveringssysteem te verwerken zal krijgen en wat de samen-



Deel van een zandfilter waarop water wordt gespreid. Het water is voorbehandeld in een septic tank. Het zandfilter wordt gedraineerd, waarna gezuiverd water wordt geloosd. Het naastliggende filter is nog in aanleg.

**Tabel 1** Hoeveelheid afvalwater per jaar (m<sup>3</sup>)

	Aanvoer	Conventionele Melkinstallatie	Ruim gedimensioneerde Melkinstallatie met meters
Melkinstallatie	- voorspoelwater	58	118
	- hoofdspoelwater	54	114
	- naspoelwater	58	118
	- zure spoeling	4	4
Melktank	- voorspoelwater	13	13
	- hoofdspoelwater	8	8
	- naspoelwater	13	13
	- zure spoeling	5	5
Stalschrobwater			150
Huishoudelijk afvalwater			197

stelling van het water zal zijn. Beide aspecten zijn immers van groot belang bij de keuze van het type systeem en de grootte ervan.

Een belangrijk uitgangspunt bij het vaststellen van de genoemde aspecten is het streven naar een duurzame oplossing. Voor de afvalwaterproblematiek betekent duurzaamheid:

- stap 1: Benutting van de mogelijkheden voor **vermindering** van het watergebruik.
- stap 2: Benutting van de mogelijkheden voor **hergebruik** van het (afval)water.
- stap 3: **Verwerking** van afvalwater.

Dit houdt in dat eerst de mogelijkheden voor vermindering en hergebruik in beeld worden gebracht, voordat het mogelijk is aan te geven welk water (hoeveelheid en samenstelling) gezuiverd moet worden en welke technieken daarvoor kunnen worden ingezet.

### Agrarische afvalwaterstromen

Op de melkveehouderij worden veel soorten afvalwaterstromen geproduceerd. De studie die nu wordt uitgevoerd is direct gericht op de afvalwaterstromen die samenhangen met de melkwinning: reinigen van de melkinstallatie, de melktank en stalschrobwater (tezamen: melkspoelwater). Dit betekent dat een aantal stromen niet nader wordt beschouwd. Redenen hiervoor zijn velerlei: op jaarbasis is de omvang beperkt en komen stromen onregelmatig vrij (reinigen landbouwmachines en voederbieten), door goede bedrijfsvoering kan de afvalwaterstroom voorkomen worden (perssap), stromen komen slechts voor op specifieke locaties (zuivelproductie) of de verwerkings-

methode is duidelijk (restanten ontsmettingsmiddel naar de mestopslag).

De problematiek van het melkspoelwater kan niet los worden gezien van de totale afvalwaterproblematiek in buitengebieden. Daarom is gestreefd naar een totaalaanpak van het probleem. Als gevolg hiervan is de behandeling van huishoudelijk afvalwater meegenomen in de speurtocht naar goede behandelingstechnieken.

### Bedrijf en bedrijfsvoering

Uit inventarisaties van ondermeer IKC en RIZA blijkt dat de afvalwaterhoeveelheid en -samenstelling per melkveehouder sterk kan verschillen, afhankelijk van de bedrijfsgrootte, het type melkinstallatie en de manier van spoelen van de melkinstallatie en melktank. Het rekenvoorbeeld gaat telkens uit van een bedrijfsgrootte van 80 koeien en 12 melkstellen. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen de conventionele melkinstallatie en een ruim gedimensioneerde melkinstallatie met melkmeters (elk dezelfde vuilvracht maar andere waterhoeveelheden). Verder is ervan uitgegaan dat huishoudelijk afvalwater wordt geproduceerd door vier personen, met een totale hoeveelheid van 540 liter per dag. Tabel 1 geeft een overzicht van de hoeveelheden afvalwater die jaarlijks worden geproduceerd.

### Hergebruik water

Aan het hergebruik van water is reeds aandacht besteed in een andere inleiding op deze themadag. De mate van hergebruik is uitermate belangrijk voor de bepaling van de hoeveelheden afvalwater die uiteindelijk in een zuiveringssysteem moeten worden behandeld. Vandaar dat



Septic tank - Biorotor combinatie. Op de voorgrond zijn de inspectieluiken van een septic tank zichtbaar en daarachter de biorotor. Normaal is deze afgedekt. Het afgebeelde systeem verwerkt afvalwater voor één huishouden (5 vervuilingseenheden).

ook hier aandacht aan hergebruik wordt besteed.

De mogelijkheden voor hergebruik, waarmee rekening is gehouden, zijn:

- *voorspoelwater*

Bevat de hoogste concentratie zuurstofbindende stoffen van de drie spoelwaterfracties. De belangrijkste hergebruiksmogelijkheid is als veevoer, hoewel hier een aantal praktische bezwaren aan kleeft.

Aangezien zuiveringssystemen worden ontworpen op piekbelastingen (vracht of debiet) is het zinvol in elk geval dit voorspoelwater te hergebruiken.

Als het voorspoelwater niet wordt hergebruikt, wordt geadviseerd aan deze stroom prioriteit toe te kennen voor afvoer naar de mestopslag (het vet in deze waterstroom kan mogelijk voor problemen zorgen in het zuiveringssysteem).

- *hoofdspoelwater*

Deze fractie bevat aanzienlijk minder zuurstof-

bindende stoffen dan het voorspoelwater, maar wel een relatief hoge concentratie fosfaat. Deze hoeveelheid fosfaat komt overeen met de hoeveelheid van ongeveer 40 personen. Het gebruik van fosfaatvrij reinigingsmiddel, een tendens die reeds is ingezet, zal een sterke verbetering brengen in de kwaliteit van dit water.

De belangrijkste hergebruiksmogelijkheid is als stalschrobwater.

- *naspoelwater*

Is de schoonste van de drie stromen.

De belangrijkste hergebruiksmogelijkheid van naspoelwater is als stalschrobwater.

Gezien de samenstelling is dit water eventueel ook te gebruiken als spoelwater in het huishouden (toiletspoeling). Omdat hiervoor een apart watercircuit moet worden aangelegd, is vooralsnog alleen van hergebruik als stalschrobwater uitgegaan.

Geen hergebruik is toegekend aan de

- *zure spoeling*: een geringe hoeveelheid spoelwater met lage pH, die verstrend werkt op een biologisch zuiveringsproces. Daarom is uitgegaan van afvoer naar de mestopslag;
- *stalschrobwater*: moet worden afgevoerd naar de mestopslag, omdat het mestresten bevat;
- *huishoudelijk afvalwater*: is sterk vervuild en hygiënisch onbetrouwbaar.

Op basis hiervan kan worden afgeleid dat:

- er onvoldoende ruimte is in de mestopslag voor de berging van alle afvalwater, indien de mestopslag is uitgelegd op 10 liter per koe en per dag;
- er vaak wel capaciteit is om ook het sterk verontreinigde voorspoelwater in de mestopslag te bergen;
- bij een conventionele melkinstallatie veelal alle melkspoelwater kan worden hergebruikt om vervolgens te worden opgeslagen in de mestopslag. In dat geval hoeft geen melkspoelwater behandeld te worden in een decentrale zuivering;
- ruim gedimensioneerde melkinstallaties met melkmeters vaak net voldoende ruimte hebben in de mestopslag voor de berging van voorspoelwater, stalschrobwater en zure spoeling;
- bij een ruim gedimensioneerde melkinstallatie met melkmeters een hoeveelheid afvalwater resteert, die overeenkomt met ongeveer de helft van de hoeveelheid huishoudelijk afvalwater. Indien dit wordt hergebruikt voor toilet-

spoeling ( $\pm 30\%$  van de totale hoeveelheid afvalwater =  $59 \text{ m}^3/\text{jaar}$ ), resteert nog slechts  $112 - 59 = 53 \text{ m}^3/\text{jaar}$ .

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat, als alle hergebruiksmogelijkheden werkelijk worden benut, het melkspoelwaterprobleem sterk wordt gereduceerd en voor conventionele melkinstallaties zelfs niet meer bestaat. Dat het probleem in praktijk omvangrijker is, komt omdat hergebruiksmogelijkheden niet voor alle melkveehouders even acceptabel zijn. Hierbij kan globaal de volgende rangorde in afnemende acceptatie worden aangegeven:

1. hoofd- en naspoelwater als stalschrobwater;
2. voorspoelwater vervoederen;
3. hoofd- en naspoelwater in grijswatercircuit.

#### **Eisen voor lozing van gezuiverd water**

Lozing van het behandelde water kan in principe op twee manieren plaats vinden:

- in de bodem; de Wet Bodembescherming is van toepassing;
- op het oppervlaktewater, Wet Verontreiniging

oppervlaktewater is van toepassing.

De Wet bodembescherming verbiedt alle lozingen in de bodem, tenzij wordt voldaan aan een aantal randvoorwaarden. In principe is de lozing in de bodem van melkspoelwater (bedrijfsafvalwater), al dan niet gecombineerd met huishoudelijk afvalwater, verboden (dit verbod is niet van toepassing als de lozing geschiedt via vloei-, bezink-, biezen- of rietvelden). Het blijkt echter dat bij modaal of maximaal hergebruik en toepassing van fosfaatvrije spoelmiddelen de samenstelling van het spoelwater redelijk overeen komt met die van huishoudelijk afvalwater.

De Wet Verontreiniging oppervlaktewater schrijft voor dat voor de lozing van waterstromen een vergunning van de waterkwaliteitsbeheerder is vereist. In de praktijk verschillen de lozingseisen sterk van beheerder tot beheerder. Van belang is vaak de functie en gevoeligheid van het ontvangende oppervlaktewater, de omvang en vervuiling van de te lozen waterstroom en de bestemming van het gebied waarin de ontvangende water is gelegen. Het is om deze reden niet mogelijk om concrete lozingseisen, die mogelijk gesteld



*Detail van dezelfde biorotor. Te zien zijn de verticale schijven waarop een bacterielaag zal groeien. De schijven draaien op een horizontale as door het afvalwater, waarop lucht in het water wordt geslagen. Dergelijke systemen zijn kant-en-klaar verkrijgbaar.*



gaan worden in lozingsvergunningen, op te nemen.

Rekening houdend met rendementen van decentrale zuiveringssystemen (Individuele Behandeling Afvalwater, IBA's) en gangbare basiszuivering, zouden effluenteisen als volgt kunnen luiden:

#### *Zuurstof vragende stoffen*

Basiszuivering van circa 75% verwijdering van het Totale Zuurstof Verbruik (TZV). Voor huishoudelijk afvalwater komt dat overeen met een verwijdering van circa 125-150 mg Chemisch Zuurstof Verbruik/l (CZV) en 25-40 mg Biologisch Zuurstof Verbruik/l (BZV).

Bij een modaal en maximaal hergebruik komt de afvalwatersamenstelling redelijk overeen met die van huishoudelijk afvalwater en lijkt het ook redelijk dergelijke rendementen bij melkspoelwater te verwachten.

#### *Stikstof*

Basiszuivering in Individuele Behandeling Afvalwater-systemen bereikt 50-60% NKj-verwijdering, resulterend in effluentconcentraties van 36-60 mg Kj-N/l. Het stikstofgehalte komt bij alle wijzen van hergebruik redelijk overeen met het gehalte in huishoudelijk afvalwater. Daarom zou voor de stikstofverwijdering de Individuele Behandeling Afvalwater rendementen kunnen worden gevolgd.

Daar staat tegenover dat waterkwaliteitsbeheerders in kleine zuiveringsinrichtingen zelf vaak afvalwater zuiveren tot 15 mg N-totaal/l (= NKj + nitraat), waardoor in lozingsvergunningen veelal een strengere eis kan worden opgenomen.

#### *Fosfaat*

Fosfaatverwijdering in Individuele Behandeling Afvalwater-systemen leidt in het algemeen tot een effluentconcentratie van circa 4 mg P/l. Deze concentratie kan ook in melkspoelwater worden bereikt, als gebruik wordt gemaakt van fosfaatvrije spoelmiddelen. Waterkwaliteitsbeheerders verwijderen in kleine zuiveringsinrichtingen zelf fosfaat tot een concentratie van 2 mg P-totaal/l.

#### *Zuurgraad*

Over het algemeen moet het te lozen water een neutrale zuurgraad hebben (6,5-9,0). Het spoelwater is licht alkalisch, met een zuurgraad van 8,2. Indien het melkspoelwater tezamen met het

huishoudelijk afvalwater wordt geloosd, ligt de zuurgraad binnen aanvaardbare grenzen. Het lozen van de zure spoeling zal niet tot de mogelijkheden behoren.

#### *Overige stoffen*

Over het algemeen zullen eisen worden gesteld aan het lozen van afvalwaterstromen die zware metalen en/of bestrijdingsmiddelen bevatten. In het melkspoelwater komen deze verbindingen niet voor.

### **Toepasbare zuiveringssystemen**

Voor de selectie van toepasbare zuiveringssystemen is een aantal criteria gehanteerd als kosten, verwijderingsrendementen, bedrijfsvoering (onderhoud, toezicht, bediening, veiligheid), gevoeligheden (fluctuaties in concentraties, verontreinigingen, calamiteuze lozingen, debiet), afvalstoffen (emissies van effluent en slib) en praktijkervaringen met dergelijke systemen.

Zuiveringssystemen kunnen worden onderscheiden in systemen voor biologische en niet biologische waterzuivering, en systemen die een combinatie vormen tussen beiden. In het kort worden de toepasbare systemen beschreven:

#### *Biologische zuiveringssystemen-anaëroob*

De omvang en samenstelling van de spoelwaterstroom, ook in combinatie met huishoudelijk afvalwater, is niet geschikt voor het toepassen van anaërobe technieken. Daarbij komt dat anaërobe zuiveringssystemen nauwelijks bijdragen aan de verwijdering van nutriënten (stikstof en fosfaat).

#### *Biologische zuiveringssystemen-aëroob*

Bij aërobe zuivering van afvalwater worden afvalstoffen door micro-organismen met behulp van zuurstof omgezet en/of afgebroken. Systemen die hiervoor kunnen worden gebruikt, zijn gebaseerd op de combinatie van deze drie componenten. Verschillen treden op in de wijze waarop zuurstof aan het systeem wordt toegevoegd, en hoe wordt voorkomen dat de micro-organismen uit het systeem spoelen. Bij het ontwerp van dergelijke systemen is het bovendien van belang dat niet meer afvalstoffen (-water) aan het systeem worden toegevoegd dan de organismen kunnen verwerken. In de praktijk betekent dit dat het zuiveringssysteem wordt uitgelegd op de hoeveelheid afvalwater en vervuiling die in een specifieke situatie optreedt.

Aërobe zuivering op kleine schaal is een bewe-





*Een ingegraven septic tank - oxydatiebedsysteem voor vijf vervuilingseenheden. Van links naar rechts zijn te zien een pompput (met ontluchting), inspectieluiken van een septic tank en de deksel van het ingegraven oxydatiebed. De schakelkast staat in tijdelijke opstelling.*

zen techniek voor huishoudelijk afvalwater. Reeds eerder is aangegeven dat de samenstelling van melkspoelwater min of meer gelijk aan verdund huishoudelijk afvalwater. Dit betekent dat melkspoelwater naar verwachting tot een vergelijkbaar niveau kan worden gereinigd met dezelfde technieken.

De volgende systemen zijn gangbaar:

- biorotor

Een systeem waarbij micro-organismen gehecht zitten aan schijven, die op een horizontale as ronddraaien. De schijven zijn gedeeltelijk ondergedompeld in water. Door de ronddraaiende beweging van de schijven wordt zuurstof uit de lucht in het water gebracht en vervolgens gebruikt voor de afbraak van afvalstoffen. Om te voorkomen dat grove delen in de biorotor komen, dient voor het systeem een bezinktank of een septic tank opgenomen te zijn. Hierin vindt bezinking plaats en wordt circa 30% van de Biologisch Zuurstof Verbruik reeds verwijderd (dit is met name van belang in combinatie met huishoudelijk afvalwater; melkspoelwater bevat nauwelijks bezinkbare stof-

fen).

Periodiek zullen organismen in de vorm van slibvlokken loslaten van de schijven. Om te voorkomen dat deze vlokken vervolgens in het effluent terecht komen, kent de biorotor een bezinktankje of een zeeftrammel. Het afgescheiden slib kan worden teruggevoerd naar de septic tank.

- oxydatiebed

Ook in een oxydatiebed zitten de organismen gehecht aan een oppervlak: veelal kleine kunststof ringen in een gepakte kolom. Het te zuiveren water wordt boven in de kolom over de ringen gesprendeld, waarna het door de kolom sijpelt. Door een natuurlijke luchttek door de kolom wordt zuurstof aan het water toegevoegd. Ook een oxydatiebed kent een voorgeschakelde septic tank en een nageschakelde bezinktank.

- actief-slibinstallatie

De organismen in een actief-slibinstallatie zitten niet gehecht aan een oppervlak, maar zweven in de vorm van vlokken rond in het afval-

water. Om te voorkomen dat de slibvlokken met het effluent worden geloosd, wordt een dergelijke installatie voorzien van een nageschakelde bezinktank. Het slib dat hierin bezinkt wordt teruggebracht naar de installatie, om voldoende organismen in het systeem te houden (retourslib). Zuurstof wordt in het water gebracht door middel van geforceerde beluchting: lucht wordt mechanisch ingeblazen. Actief-slibinstallaties worden vooraf gegaan door een septic tank.

De restprodukten van deze biologische systemen zijn slib en effluent, terwijl een aanzienlijk deel van de afvalstoffen worden omgezet in koolzuurgas dat naar de lucht ontwijkt. Biologisch niet afbreekbare stoffen verdwijnen in het effluent, tenzij ze direct bezinken of eerst worden ingevangen in de slibvlokken.

#### *Eenvoudige scheidingssystemen (niet biologisch)*

De werking van de eenvoudige systemen berust op bezinking, waarvoor onder meer septic tanks kunnen worden toegepast. Het rendement van de tanks is circa 30% voor Biologisch Zuurstof Verbruik en Chemisch Zuurstof Verbruik. Nutriënten worden niet tot nauwelijks verwijderd, omdat ze veelal in opgeloste vorm voorkomen.

De toepassing voor uitsluitend melkspoelwater (hoofd- en naspoeling) zal nauwelijks tot zuiveringsrendement leiden, aangezien het water nagenoeg geen bezinkbare stoffen bevat. Wel zorgt het gebruik van een septic tank, als voorzuivering voor een biologisch systeem, voor uitvlakking van de aanvoer (temperatuur, verdunning hoofdspoelwater met naspoelwater).

#### *Complexe scheidingssystemen (niet biologisch)*

Soms worden vlokingsfiltratie en hyperfiltratie als bruikbaar alternatief genoemd. In werkelijkheid zijn deze systemen nauwelijks haalbaar voor de behandeling van melkspoelwater en/of voor huishoudelijk gebruik. Niet alleen zijn de kosten voor deze technieken op kleine schaal exorbitant hoog, ook door ingewikkelde bedrijfsvoering en ongewenste restprodukten (chemisch slib, brijn) zijn deze technieken ongeschikt. Hetzelfde geldt voor systemen op basis van ionwisseling en elektrodialyse, die wel worden genoemd voor (kleinschalige) behandeling van afvalwater uit de glastuinbouw.

#### *Gecombineerde systemen*

De werking hiervan berust op de combinatie van biologische zuivering en de fysische werking van het systeem. Systemen zijn het (opgehoogde) filtratiebed, zandfilter en helofytenfilters.

Al deze systemen kenmerken zich in de eerste plaats door de filterende werking van het zandbed, waarover het afvalwater wordt verspreid. Resterende bezinkbare stoffen en colloïdale delen worden afgevangen. Daarnaast ontstaat in de toplaag van het filterbed een bacterielaag, die afvalstoffen uit het water afbreekt of omzet. Als het filterbed beplant is met bijvoorbeeld riet zullen in beperkte mate nutriënten door het gewas worden opgenomen, en daardoor uit het water worden verwijderd. Dergelijke planten dragen meer bij doordat de wortelstructuur de zandlaag open houdt. Hierdoor ontwikkelt zich een betere biofilm en wordt de bovenlaag van het filter belucht. Om te voorkomen dat de zandfilters meteen dichtslaan, worden ook deze systemen vooraf gegaan door een septic tank.

# Reiniging van melkwinningsinstallaties op proef- en praktijkbedrijven

B.A. Slaghuis (PR)

**Een goede reiniging van melkwinningsinstallaties is een zeer belangrijke voorwaarde om melk van goede kwaliteit te winnen. Het succes van een goede reiniging is o.a. afhankelijk van de reinigingstemperatuur, de concentratie van het reinigingsmiddel, de tijdsduur en de manier van vloeistofstroming door de installatie. Deze laatste faktor**

Om een beeld te krijgen van hoe gereinigd wordt en wat de invloed daarvan is op de melkkwaliteit, is op een twintigtal bedrijven de reiniging geanalyseerd en is de melkkwaliteit bekeken. Een belangrijk doel daarbij was om te komen tot adviezen over constructie van de melkinstallatie en over de manier van reinigen. De bedrijven zijn voor een gedeelte geselecteerd, vanwege een bepaalde constructie van de installatie of vanwege een bepaalde manier van reinigen. De twintig bedrijven omvatten een aantal proefbedrijven en

een aantal praktijkbedrijven die de melk verwerken tot boerenkaas. Aan de melk van deze laatste bedrijven worden hogere eisen gesteld voor wat betreft de melkkwaliteit. Omdat de melk rauw verwerkt wordt dienen er zo weinig mogelijk kiemen van bepaalde soorten aanwezig te zijn en worden er hoge eisen gesteld aan de reiniging en desinfectie van de melkinstallatie.

## Uitvoering

De twintig bedrijven zijn een aantal keren bezocht voor het nemen van melkmonsters en voor het inventariseren van de reiniging en de constructie van de installatie. Van deze twintig bedrijven was van een aantal bekend dat ze soms problemen hadden met de melkkwaliteit. De overige bedrijven hadden een goede melkkwaliteit. De reiniging werd gecontroleerd door de water- en middeldosering te meten, de temperaturen tijdens de reiniging op te nemen en mate van turbulentie (manier van vloeistofstroming) na te gaan. Van het eerste melkmaal in de tank werd een monster genomen voor bacteriologisch onderzoek. Deze melkmonsters werden onderzocht op een aantal groepen bacteriën. Zoals kiemen die groeien bij 30 °C (kiemgetal), sporen boterzuurbacteriën, lactobacillen en coli-achtigen (de laatste drie groepen zijn niet gewenst bij de kaasbereiding). Op de bedrijven waar op grond van de eerste resultaten de kwaliteit nog niet voldoende was, werden meerdere monsters melk genomen, ook tijdens het melken. Incidenteel werden ook spoelmonsters van de installatie genomen. Daarvoor werd een mengsel van steriele melk en water door de installatie gepompt en circa 5 minuten gecirculeerd, waarbij voor en na de circulatie een monster genomen werd. Deze manier van bemonsteren kan iets zeggen over de kwaliteit van de reiniging.



*Inspectie van de binnenkant van een melkklauw.*



*Het roestvaststaal moet glimmen.....*



*.....en stroef aanvoelen.*

## Resultaten

Omdat elke installatie weer anders aangelegd is en de reiniging op verschillende manieren verloopt, is het moeilijk aan te geven hoe een ideale reiniging er uit zou moeten zien. Toch kunnen wel opmerkingen gemaakt worden over de resultaten. De gemiddelde kiemgetallen van de bedrijven waren goed. Het gemiddelde was kleiner dan 10.000 kiemen per ml. De grens bij de melkcontrole ligt bij 100.000 kiemen per ml. Er was geen verschil tussen de proefbedrijven en de praktijkbedrijven. Er werden wel verschillen gevonden tussen de twee typen bedrijven voor wat betreft het aantal lactobacillen en propionzuurbacteriën. Op de proefbedrijven lag het gemiddelde niveau hoger dan op de praktijkbedrijven. Voor wat betreft de lactobacillen kan een verklaring liggen in de manier van reinigen. Op een aantal praktijkbedrijven wordt namelijk gereinigd bij hogere temperaturen, dat wil zeggen dat de eindtemperatuur tijdens de hoofdreiniging zo'n 2 minuten op ongeveer 72 °C gehouden wordt. Op deze manier wordt de installatie als het ware gepasteuriseerd en worden veel bacteriën gedood.

Het lijkt erop dat eventuele problemen met teveel lactobacillen verholpen kunnen worden door deze reiniging bij hogere temperatuur. Daarbij moet wel opgemerkt worden dat de reiniging goed dient te verlopen. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat alle onderdelen van de installatie deze hoge temperaturen moeten bereiken. Daarom moet voldoende lang gecirculeerd worden en dient de reinigingsvloeistof op temperatuur te blijven. Waarschijnlijk worden ook de propionzuurbacteriën door deze reiniging bij hogere temperatuur gedood. Naast reinigen hebben ook de voorbehandeling en de manier van melken invloed op de melkwaliteit. Op één bedrijf werd namelijk een hardnekkige besmetting met colibacillen veroorzaakt door slechte uierbouw en veel luchtzuigen en afvallen van melkstellen tijdens het melken. In het algemeen kan gezegd worden dat de reiniging op de onderzochte bedrijven goed was. Met een enkele uitzondering voor praktijkbedrijven die kaas maken. Hier was de kwaliteit bijzonder goed. Maar dit komt ook omdat daar hogere eisen aan de kwaliteit gesteld worden.

# Milieusparend reinigen melkwinningsapparatuur

G.M.V.H. Wolters (PR)

**Om de afvalwaterstroom op bedrijfsniveau te reduceren, kan gedacht worden aan brongerichte besparingen en aan hergebruik van afvalwater. In dit artikel worden diverse mogelijkheden van brongerichte besparingen bij vooral de reiniging van de melkleidinginstallatie belicht. Het gaat hierbij met name om een reductie van het verbruik aan leidingwater, energie en chemicalien. Dit gaat gepaard met een reductie van het afvalwater. Ook worden enige mogelijkheden voor hergebruik van deze vloeistoffen voor het schoonspuiten van de melkstal besproken.**

Het afvalwaterprobleem van melkwinningsapparatuur staat al geruime tijd in de belangstelling door het, sinds 1 juli 1992 ingevoerde Lozingenbesluit Bodembescherming en de al bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Utrijden van spoelwater over het land en lozen op het oppervlaktewater zijn hierdoor verboden, waardoor riool en mestput als enige alternatieven overblijven. Slechts een beperkt aantal melkveebedrijven zijn aangesloten op het riool, zodat het overgrote deel naar de mestopslag verdwijnt. Dit betekent soms investeren in extra opslagcapaciteit en hoge kosten voor emissie-arm afvoeren van dit produkt. Zo kan het gebeuren dat de afvoer van (afval)water vele malen duurder is dan de aankoop van water.

Het waterverbruik per koe per dag voor de reiniging van melkwinningsapparatuur bedraagt 7-15 liter, afhankelijk van het type installatie. Jaarlijks gaat het om een hoeveelheid afvalwater van 7 miljoen m<sup>3</sup>, op basis van 10 liter per dier per dag. Voor een standaardbedrijf (standaardinstallatie met 8 melkstellen, IKC-1992) is het jaarlijkse waterverbruik in m<sup>3</sup> voor de diverse onderdelen als volgt:

- reiniging melkapparatuur	132
- reiniging melktank	33
- schoonspuiten melkstal	90
- overige	20
Totaal	275 m <sup>3</sup>

Uit dit overzicht is duidelijk dat de reiniging van melkapparatuur de grootste post is. Brongerichte besparingen op dit gebied hebben dan ook grote betekenis voor de totale hoeveelheid afvalwater. Brongerichte besparingen betekenen ook een gereduceerd verbruik van water en mogelijk

energie en chemicalien. Dit is gunstig uit milieuoogpunt, en levert mogelijk ook voor de veehouder nog economische voordelen op.

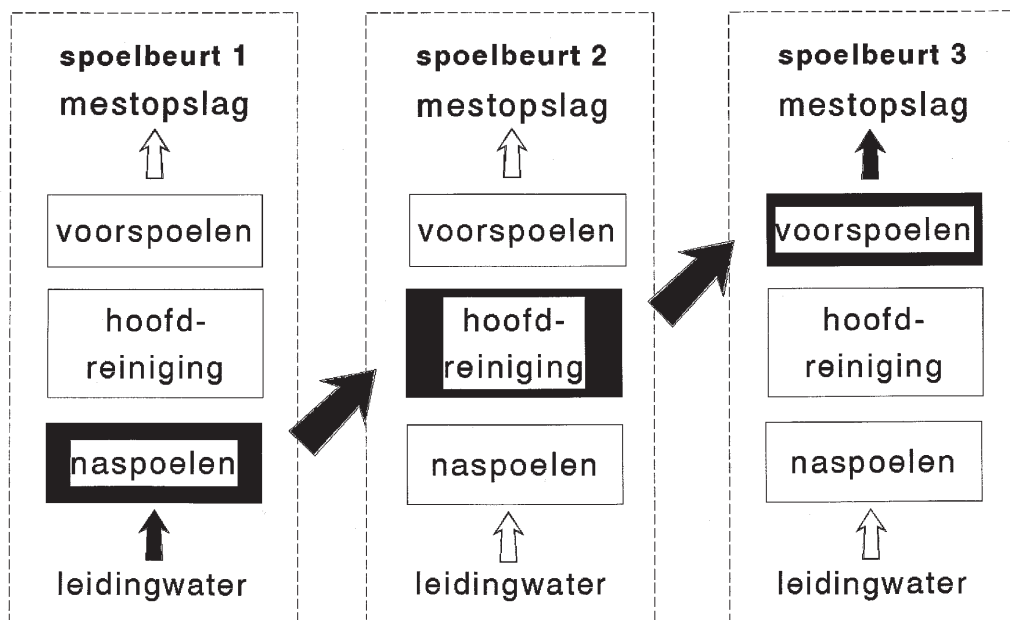
In eerste instantie heeft het onderzoek zich voornamelijk op de reiniging van de melkleidinginstallatie gericht. Mogelijke oplossingsrichtingen worden onderzocht binnen het project reiniging van melkwinningsapparatuur. Dit door de NOVEM (Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu) medegefinancierde project heeft tot doel een aanzienlijk lager verbruik van water, reinigingsmiddelen en energie te bewerkstelligen. Primaire eis hierbij is dat de melkkwaliteit minimaal gelijk blijft. Daarnaast moeten besparende maatregelen voor de veehouder economisch rendabel zijn.

## Reiniging melkleidinginstallatie

De reiniging wordt in Nederland op vrij uniforme wijze uitgevoerd in drie procesgangen: voorspoelen, hoofdreinigen en naspoelen. De voorspoeling dient om zoveel mogelijk melkresten te verwijderen. Tijdens de hoofdreiniging vindt zowel reiniging als desinfectie plaats. Hiervoor wordt vrijwel uitsluitend gebruik gemaakt van gecombineerde reinigings- en desinfectiemiddelen op basis van loog en chloor. De alkalische hoofdreiniging wordt periodiek afgewisseld met zuur ter verwijdering van kalkaanslag. Tijdens de naspoeling worden zoveel mogelijk resten chemicaliën verwijderd. Een klein deel van de melkleidinginstallaties wordt gereinigd met hittereiniging. Het reinigende en desinfecterende effect wordt bereikt door een verhoogde temperatuur, zonder chemische middelen.

Bij de standaardreiniging wordt een aanzienlijke hoeveelheid water gebruikt per spoelgang, afhankelijk van het aantal melkstellen, dimensione-

## Schema doorschuifreiniging



ring van de installatie en eventuele aanwezigheid van melkproduktimeters of melkmeetglazen. Bij hittereiniging is het water- en chemicaliënverbruik lager, terwijl het energieverbruik aanzienlijk hoger is.

Voor beide systemen is het water-, energie- en, in mindere mate, het chemicaliënverbruik geoptimaliseerd. Daarnaast zijn variaties op de standaardreiniging ontwikkeld door de verschillende vloeistoffen na de reiniging niet te lozen, maar ze opnieuw binnen de reiniging opnieuw te gebruiken.

### Standaardreiniging

De drijvende kracht voor het spoelwater tijdens de reiniging is het vacuum. De laatste jaren is dit vacuum tijdens het melken steeds meer verlaagd, en daarmee ook tijdens het reinigen. Bekend is dat door na een kolom water lucht in te laten, de vloeistofsnelheid aanzienlijk verhoogd wordt. Bij de hoofdreiniging wordt tijdens het circuleren periodiek lucht ingelaten, zodat de vloeistof dan nog een redelijke snelheid heeft. Bij de voorspoeling echter wordt de vloeistof vaak bij een laag vacuum in een keer opgezogen.

Proeven hebben uitgewezen, dat vermoging van het vacuum tijdens de voorspoeling van 40 naar 60 kPa, de uitspoeling van de melkresten aanzienlijk kan versnellen, zodat met minder water

hetzelfde uitspoeleffect kan worden bereikt. Hierbij kunnen reducties worden bereikt tot 50% van de norm. Hetzelfde effect kan ook worden bereikt door tijdens de voorspoeling periodiek lucht in te laten, dus niet de waterbak in een keer leeg zuigen, maar tussentijds lucht te injecteren. Dit geeft, ook bij een vacuum van 40 kPa een aanzienlijke verbetering (zie voor meer informatie het artikel "Optimalisatie spoeeffect" elders in dit periodiek).

### Doorschuifreiniging

Bij doorschuifreiniging wordt hetzelfde water drie keer gebruikt voordat het wordt geloosd. Er wordt schoon leidingwater voor de naspoeling gebruikt. Het naspoelwater van de vorige reinigingsbeurt wordt voor de hoofdreiniging gebruikt en de hoofdreinigingsoplossing van de vorige beurt wordt voor de voorspoeling gebruikt.

Voordeel van dit systeem is het gereduceerde water- en energieverbruik. Reinigingstechnisch heeft dit systeem ook voordelen. Er vindt een goede fasenscheiding plaats. Doordat met twee spoelbakken wordt gewerkt, verloopt het reinigingsproces zeer snel, wat gunstig is voor het reinigend effect en een aanzienlijke energiebesparing oplevert. Dit komt tot uitdrukking in de eindtemperatuur van de hoofdreiniging. Bij de standaardreiniging was de eindtemperatuur



40°C, bij de doorschuifreiniging 52°C, bij gelijke aanvangstemperatuur.

Overschakelen naar de doorschuifreiniging heeft geen negatieve invloed op de melkkwaliteit. De microbiologische melkkwaliteit wordt zelfs enigszins verbeterd, met name door de hogere eindtemperatuur.

#### *Beperkte tweede reiniging*

Bekend is dat een aantal veehouders niet na elke melkbeurt een volledige reiniging uitvoeren. Op een zestal praktijkbedrijven (bedrijven die reeds jaren eerste klas melk leveren) werd dit op verzoek getest. Hierbij werd na de ochtendmelking een volledige reiniging uitgevoerd, na de avondmelking werd de installatie alleen voorgespoeld. Op vijf van de zes bedrijven bleef het kiemgetal van de tankmelk op hetzelfde niveau. Op het zesde bedrijf was deze beperkte reiniging niet afdoende. Er werd duidelijke aanslag in de installatie waargenomen, met wisselende kiemgetallen. De reiniging op dit bedrijf was niet optimaal. Regelmatig was de eindtemperatuur van de hoofdreiniging lager dan 35°C. De toepasbaarheid van dit systeem is mede afhankelijk van een goede, sanitaire aanleg van de installatie en het juist functioneren van de reiniging. Deze randvoor-

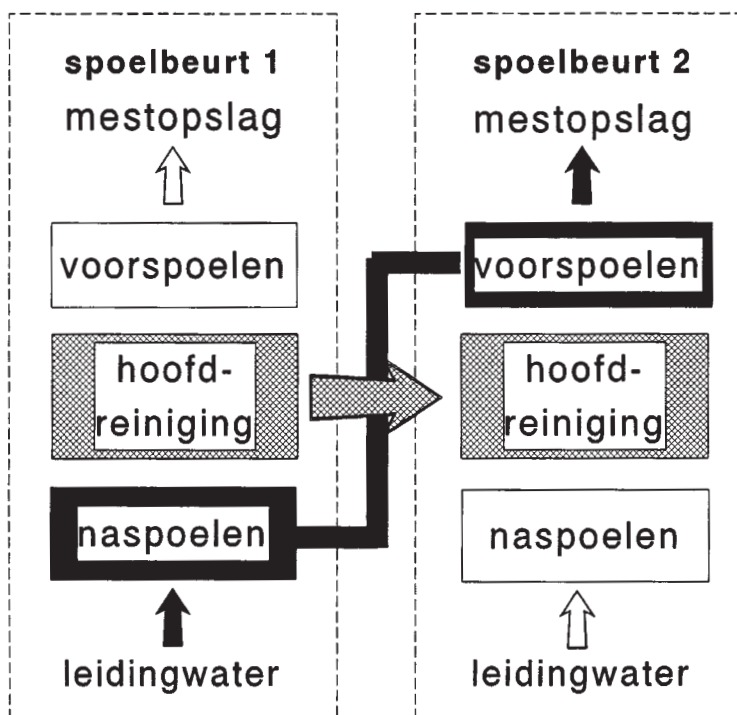
waarden zijn lang niet altijd in de praktijk aanwezig.

Uit proeven blijkt dat met name de melkstellen, met bijbehorende afvoerslangen en eventueel meetapparatuur na een grondige voorspoeling nog verontreinigd zijn, zodat tussen melkbeurten bacteriegroei optreedt. Deze bacteriegroei is duidelijk hoger dan in een goed gereinigd melkstel. Gladde oppervlakken, zoals een melkleiding, geven na een goede voorspoeling vergelijkbare bacteriegroei als een goed gereinigde melkleiding. Op zich is beperkte tweede reiniging een relatief eenvoudig systeem, dat makkelijk uitvoerbaar is. Probleem blijft echter dat gevaren voor de melkkwaliteit niet goed kunnen worden ingeschat. Een zeker risico voor microbiologische problemen zal blijven bestaan. Daarnaast lijkt deze werkwijze in strijd met het toenemende belang van kwaliteitsborging.

#### *Voorraadreiniging*

Bij voorraadreiniging wordt de hoofdreinigingsoplossing gedurende een week gebruikt voor de reiniging van de melkleidinginstallatie. Om water te besparen wordt tevens het naspoelwater na verwarmen de volgende keer gebruikt voor de voorspoeling.

#### **Schema voorraadreiniging**



**Tabel 1** Overzicht van verbruik van water, energie en chemie bij verschillende reinigingssystemen ten opzicht van de huidige standaard reiniging van de melkleidinginstallatie

Systeem	Leidingwater	Energie		Chemicaliën
		Geen warmtepomp	Wel warmtepomp	
Standaardreiniging	100	100	100	100
Doorschuifreiniging	33	58	88	100
Voorraadreiniging	40	70	110	40
Hittereiniging oud	57	242		n.v. <sup>1)</sup>
Hittereiniging nieuw	35	189		n.v. <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> n.v. = niet vergelijkbaar

Voordeel van dit systeem is het sterk gereduceerde water- en chemicaliënverbruik. Daarnaast vindt ook energiebesparing plaats. Om het systeem goed te laten werken, is een zeer goede fassenscheiding noodzakelijk. Ook hier is de eindtemperatuur van de hoofdreiniging 10-15°C hoger dan bij standaardreiniging, bij dezelfde aanvangstemperatuur.

Ook dit systeem heeft geen negatieve invloed op de melkwaliteit.

#### *Hittereiniging*

Bij hittereiniging wordt water van tegen het kookpunt (98°C) direct na het melken in een keer door de installatie gezogen en daarna afgevoerd. Om neerslag van kalk te voorkomen wordt er aan het begin van de reiniging een hoeveelheid zuur toegevoegd (reiniging oud).

Voordeel van deze reinigingsmethode is het geringere waterverbruik en het afwezig zijn van chemische desinfectiemiddelen. Zeker uit het oogpunt van residuen in de melk is dit een pluspunt. Het grote nadeel van hittereiniging is de grote energiebehoefte. Om aan de norm van twee minuten 77°C te voldoen, moet een aanzienlijk hoeveelheid heet water door de installatie worden gevoerd. Energiebesparing betekent in deze situatie ook waterbesparing.

Verkorten van de spoelleiding en isolatie van de spoelleiding tot aan de putrand levert een kleine energiebesparing op. Hierdoor ontstonden echter problemen met het uitvlokken ('aanbranden') van melkeiwit in de installatie. Daarom werd een voorspoeling geïntroduceerd. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van het laatste deel van de hittereiniging van de vorige reinigingsbeurt. Dit wordt

**Tabel 2** Waterverbruik en afvalwaterstromen (m<sup>3</sup>/jaar) bij diverse reinigingssystemen, bij een melkveebedrijf met 80 melkkoeien en visgraat melkstal met 10 melkstellen, ruim gedimensioneerd met melkproductiemeters

	Reinigingssysteem			
	Standaard	Doorschui	Hitte	Voorraad
Voorbehandeling koeien	15	15	15	15
Voorspoeling melkleiding	77			
Hoofdreiniging melkleiding	77	80	17	
Naspoeling melkleiding	77	77		77
Reiniging melkstellen	30	30	30	30
Reiniging tank	38	38	38	38
<i>Schoonspuiten melkstal</i>				
Hogedrukspuit	47	47	47	47
Lagedrukspuit <sup>1</sup>	95	95	95	95
<i>Hogedrukspuit voor melkstal</i>				
Totale afvalwaterstroom	361	207	210	224
Na hergebruik <sup>2</sup>	314	207	210	224
<i>Lagedrukspuit voor melkstal</i>				
Totale afvalwaterstroom	409	255	258	272
Na hergebruik <sup>3</sup>	314	255	218	272

<sup>1</sup> Gemeten op één praktijkbedrijf. Hierbij komt hogedruk overeen met 60 bar, lagedruk met 3-4 bar.

<sup>2</sup> Alleen hergebruik van vloeistof zonder reinigingsmiddel en melk voor hogedrukspuit

<sup>3</sup> Hergebruik van vloeistof zonder melk voor lagedrukspuit

in een gelsoleerd vat opgeslagen tot na de volgende melking (reiniging nieuw). Ook hergebruik binnen de reiniging dus.

Voor een bedrijf met een ruim gedimensioneerde installatie met melkproduktiemeters wordt 18 liter water van 97°C per melkstel als norm aangenomen. Op een praktijkbedrijf is deze norm na het inbouwen van de voorspoeling gereduceerd tot elf liter heet water per melkstel, met een beter desinfecterend effect. Het kiemgetal van de melk was lager in de geoptimaliseerde situatie ten opzichte van de uitgangssituatie.

### **Besparing aan water, energie en chemie**

Met bovenstaande gegevens kan een vergelijking ten aanzien van water-, energie en chemiegebruik met de verschillende systemen voor de reiniging van de melkleidinginstallatie, zie tabel 1. Hierbij zijn alleen de systemen die een goede reiniging bewerkstelligen, meegenomen. Bij het energieverbruik is uitgegaan van twee verschillende situaties: geen en wel warmtepomp voor warmteterugwinning aanwezig, bij het gebruik van elektriciteit als energiebron.

Alle 'nieuwe' systemen hebben een aanzienlijk lager waterverbruik dan de standaardreiniging. Ener-

getisch zijn met name doorschuif- en voorraadreiniging aantrekkelijk, mits er geen warmtepomp op het bedrijf aanwezig is. De geoptimaliseerde hittereiniging heeft nog steeds een aanzienlijk hoger energieverbruik dan de standaardreiniging. Besparing op chemicalien is tot nu toe alleen nog maar mogelijk door het toepassen van voorraadreiniging. Bij hittereiniging wordt een ander type chemicalien toegepast dan bij standaardreiniging, zodat vergelijking niet zinvol is.

### **Schoonspuiten melkstal**

Een tweede punt waar veel water wordt gebruikt, is voor het schoonspuiten van de melkstal. Precieze gegevens over de hoeveelheid water die wordt gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal zijn niet bekend. Aangenomen wordt dat er tussen bedrijven aanzienlijke

verschillen voorkomen, een en ander afhankelijk van de spuitmethode, afwerking van de melkstal en de aard van

het schoon zijn van de melkstal. Naar dit waterverbruik onder praktijkomstandigheden wordt op korte termijn nader onderzoek verricht. In de praktijk wordt nu reeds veelvuldig gebruik gemaakt van hergebruik van reinigingsvloeistoffen voor het schoonspuiten van de melkstal. Hier-



mee kan vaak op vrij eenvoudige wijze de totale afvalwaterstroom worden gereduceerd. Bij hergebruik van reinigingsvloeistof moet onderscheid gemaakt worden tussen vloeistof afkomstig van de voorspoeling, hoofdreiniging en naspoeling. Door de melkresten in het voorspoelwater is deze vloeistof alleen nog geschikt om te vervoeren aan het vee. Voor schoonspuiten van de melkstal is deze vloeistof minder geschikt. Hoofdreinigings- en naspoelvloeistof kunnen hergebruikt worden voor het schoonspuiten van de melkstal. Hierbij kan vloeistof die chemicalien bevat (hoofdreinigingsoplossing) alleen onder lage druk worden verspoten. Daarnaast moet worden voorkomen dat afvalwater van een zure reiniging wordt gemengd met afvalwater van de alkalische reiniging. Zeker in gevallen waar niet alleen hoofdreinigings- en naspoelvloeistof van de melkleidinginstallatie, maar óók van de melkkoeltank worden opgevangen in een opslagvat, neemt de kans op foutieve menging toe. Bij menging ontstaat mogelijk chloorgas, gevaarlijk voor de gezondheid en zeer corrosief.

In hoeverre zowel hoofdreinigings- als naspoelvloeistof voor het schoonspuiten van de melkstal interessant zijn, is afhankelijk van de bedrijfssituatie. Sommige bedrijven zullen alleen aan het naspoelwater voldoende hebben, om de stal schoon te spuiten. Naspoelwater alleen kan wel onder hoge druk verspoten worden. Investeren voor hergebruik zijn ook zeer afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden.

### **Afvalwater op bedrijfsniveau**

Combineren van het waterverbruik voor het schoonspuiten van de melkstal, hergebruiksmogelijkheden en nieuwe reinigingssystemen geeft een duidelijk beeld van de afvalwaterstromen op

bedrijfsniveau en de besparingsmogelijkheden. In tabel 2 is een overzicht gegeven van deze afvalwaterstromen voor een bepaald bedrijfstype. Vervangen van standaardreiniging door doorschuifreiniging geeft een reductie van ongeveer 40% van het totale afvalwater voor de melkwinning. Wordt echter bij standaardreiniging vloeistof hergebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal, dan bedraagt de reductie nog 15-30%. Ook hittereiniging en voorraadreiniging levert een aanzienlijke afvalwater reductie op. Een en ander wordt sterk bepaald door de hoeveelheid die nodig is voor het schoonspuiten van de melkstal. Deze hoeveelheid varieert sterk per bedrijf.

Het is afhankelijk van de omstandigheden op een melkveebedrijf wat economisch de meest aantrekkelijke optie is. Onderdelen als energievoorziening (gas of elektriciteit), afvoermogelijkheden van afvalwater en opslagmogelijkheden in de mestput spelen hierbij een rol.

### **Tenslotte**

Er zijn duidelijk mogelijkheden aanwezig om water-, energie en chemicalien te besparen bij de reiniging van melkwinningsapparatuur. Dit levert tevens een gereduceerde afvalwaterstroom op. Welke optie het meest aantrekkelijk is, is sterk afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden.

Het resultaat van deze besparingen zal een meer milieuverantwoorde reiniging zijn, maar zal ook mogelijk ook minder veiligheidsmarge ('overkill') inhouden. Het risico, dat er iets mis gaat, met gevolgen voor de melkqualiteit, is niet denkbeeldig. Verder onderzoek richt zich dan ook met name op dit punt, bewaken en beveiligen van het reinigingsproces. Dit spoort zeer goed met het toenemende belang van kwaliteitsborging, ook op de boerderij.

# Berekening van water- en energieverbruik bij de melkwinning

*J. Aalenhuis en J.A.M. Boerekamp (PR)  
C.J.A.M. de Koning (IKC-RSP)*

**Na elke melkbeurt wordt de melkleidinginstallatie gereinigd. Meestal wordt eerst voorgespoeld met lauwwarm water om alle melkresten uit de installatie te verwijderen. Daarna wordt met een hete reinigings- en desinfectieoplossing gecirculeerd en vervolgens wordt met koud water nagespoeld. De te reinigen melkleidinginstallaties op de melkveebedrijven verschillen in aantal melkstellen, diameter van de melk- en spoelleiding en het aanwezig zijn van melkproduktimeters of melkmeetglazen. Hierdoor heeft ieder bedrijf zijn eigen water- en energiebehoefte. Voor de verwarming van het water kunnen verschillende energiebronnen worden gebruikt.**

Op het PR is in samenwerking met het IKC-RSP, een computermodel ontwikkeld voor het water- en energieverbruik bij de melkwinning. Dit rekenprogramma WWE (= Warm Water Energie) berekent voor een bedrijf hoeveel water en energie voor de reiniging van de melkleiding en het overige in de melkstal wordt verbruikt. Tevens wordt berekend hoeveel afvalwater ontstaat. Een aantal opties naast elkaar worden weergegeven.

## Opbouw

WWE berekent de behoefte aan water en energie. Deze is onder meer afhankelijk van:

- Reinigingsmethode:
  - standaard- ,hitte- ,doorschuif- of voorraadreiniging.
  - Standaard:* Na voorspoelen met lauw-warm water wordt gedurende 5 - 10 minuten warm water door de melkleidinginstallatie gecirculeerd. Vervolgens wordt met koud water nagespoeld.
  - Hitte:* Heet water (98°C) wordt éénmalig door de melkleiding gespoeld. Er wordt niet voor- of nagespoeld.
  - Doorschuif:* Voor de naspoeling wordt schoon water gebruikt; voor de hoofdreiniging wordt het naspoelwater van de vorige reiniging gebruikt en voor de voorspoeling het water van de hoofdreiniging van de vorige reinigingsbeurt.
  - Voorraad:* De reinigungsoplossing wordt een aantal reinigungsbeurten gebruikt (bijv. een week).
- Diameter melkleiding:
  - standaard (38 of 51 mm) of ruim (63 of 76 mm).

Een ruim gedimensioneerde melkleiding vraagt meer water voor de reiniging.

- Aanwezigheid van melkproduktimeters.
  - Deze vragen eveneens extra water, afhankelijk van het type melkproduktimeter.
- Aantal reinigungsbeurten van de melktank.

Als de hoeveelheid warm water voor de hoofden de tankreiniging bekend is, kan het verbruik aan reinigungsmiddelen worden bepaald. Ook wordt rekening gehouden met de behoefte aan warm water voor het schoonmaken van de melkstellen en het voorbehandelen. Daarnaast berekent WWE de totale behoefte aan water voor de melkwinning.

Het energieverbruik voor de warmwatervoorziening wordt niet alleen bepaald door de warmwaterbehoefte maar ook door het rendement van de boiler en de gekozen energiebron. Elektriciteit, aardgas, propaangas en olie kunnen energiebronnen zijn.

## Energiebesparende apparatuur

Het programma kan de economische haalbaarheid van energiebesparende apparatuur, zoals voorcoeler en warmtepomp, berekenen.

Bij het koelen van melk komt warmte vrij. In een warmtepomp kan deze warmte worden overgedragen aan water. Hierdoor ontstaat per twee liter warme melk ongeveer één liter warm water van 55°C. Dit water kan worden doorverwarmd tot de gewenste boiler temperatuur. Hierdoor kan een energiebesparing van ongeveer 60 % worden bereikt.

Een voorcoeler verlaagt de energiebehoefte van het koelen omdat de melk door leiding- of bron-

**Tabel 1** Belangrijke invoergegevens van WWE met de waarden voor een voorbeeldbedrijf

Reinigingsmethode	Standaard
Aantal melkstellen	8
Diameter melkleiding	Standaard
Melkmeting d.m.v.	Melkmeetglazen
Waterverbruik:	
- hoofdreiniging	60 l/keer
- voor-/naspoelen	60 l/keer
- schoonspuiten melkstal	128 l/keer
Begintemperatuur:	
- hoofdreiniging	80 °C
- voorspoelen	45 °C
Energiebron voor verwarming	Aardgas
Vervangingswaarde gasboiler	1400 gld
Melkleverantie per jaar	600.000 kg
Conc. reinigingsmiddelen	0,5 %
Frequentie zuurreiniging	1 keer per week
Prijzen:	
- Water	1,20 gld/m <sup>3</sup>
- Elektriciteit	0,22 gld/kWh
- Gecomb. alkalisch reinigingsmiddel	1,25 gld/l
- Zuur reinigingsmiddel	2,50 gld/l

water wordt gekoeld tot ca. 20 °C alvorens het de melkkoeltank in gaat. Door voorcoelen ontstaat ook minder warmtepompwater. Beide apparaten brengen echter ook vaste kosten met zich mee.

### Kosten

WWE geeft een overzicht van de kosten van energie, water, reinigings- en verwarmingsapparatuur, reinigingsmiddel en energiebesparende apparatuur. Kosten van apparatuur worden berekend op basis van de vervangingswaarde.

### Voorbeeld

Voor het berekenen van het water- en energieverbruik worden gegevens ingevoerd. In tabel 1



*Twee liter (koe)warme melk levert, via een warmtepomp ongeveer 1 liter warm water van 55°C.*

staat een overzicht van de belangrijkste invoergegevens voor een bedrijf.

Stel dat dit bedrijf de aanschaf van een warmtepomp (vervangingswaarde 4000 gld) overweegt. Voor de situatie zonder en met warmtepomp, zie de resultaten in tabel 2.

In dit voorbeeld zijn de kosten van het verwarmen van water relatief laag, omdat gas als energiebron wordt gebruikt. Door het gebruik van de warmtepomp wordt 1133 m<sup>3</sup> (60 %) gas bespaard. De koelkosten zijn bij gebruik van een warmtepomp echter hoger, omdat de condensatietemperatuur van de koelvloeistof hoog gehouden wordt om warm water van 55 °C te kunnen maken.

De besparing aan energiekosten wordt in dit voorbeeld teniet gedaan door de vaste kosten van de warmtepomp en de extra koelkosten. Aanschaf van een warmtepomp is hier, bij gas als energiebron, economisch dus niet aantrekkelijk.

### Uitbreidingen

Bij het schoonspuiten van de melkstal kan gekozen worden voor het gebruik van een hoge- of lagedrukspuit. Het waterverbruik van beide systemen is verschillend.

Bij reiniging van de melktank zijn er twee veelgebruikte reinigingssystemen: een sproeibol en een spatter-spraysysteem. Er is onderscheid gemaakt, omdat de systemen sterk verschillen in waterverbruik.

Het praktijkonderzoek gaat verder en nieuwe

**Tabel 2** Resultaten invoergevens van tabel 1 zonder en met warmtepomp

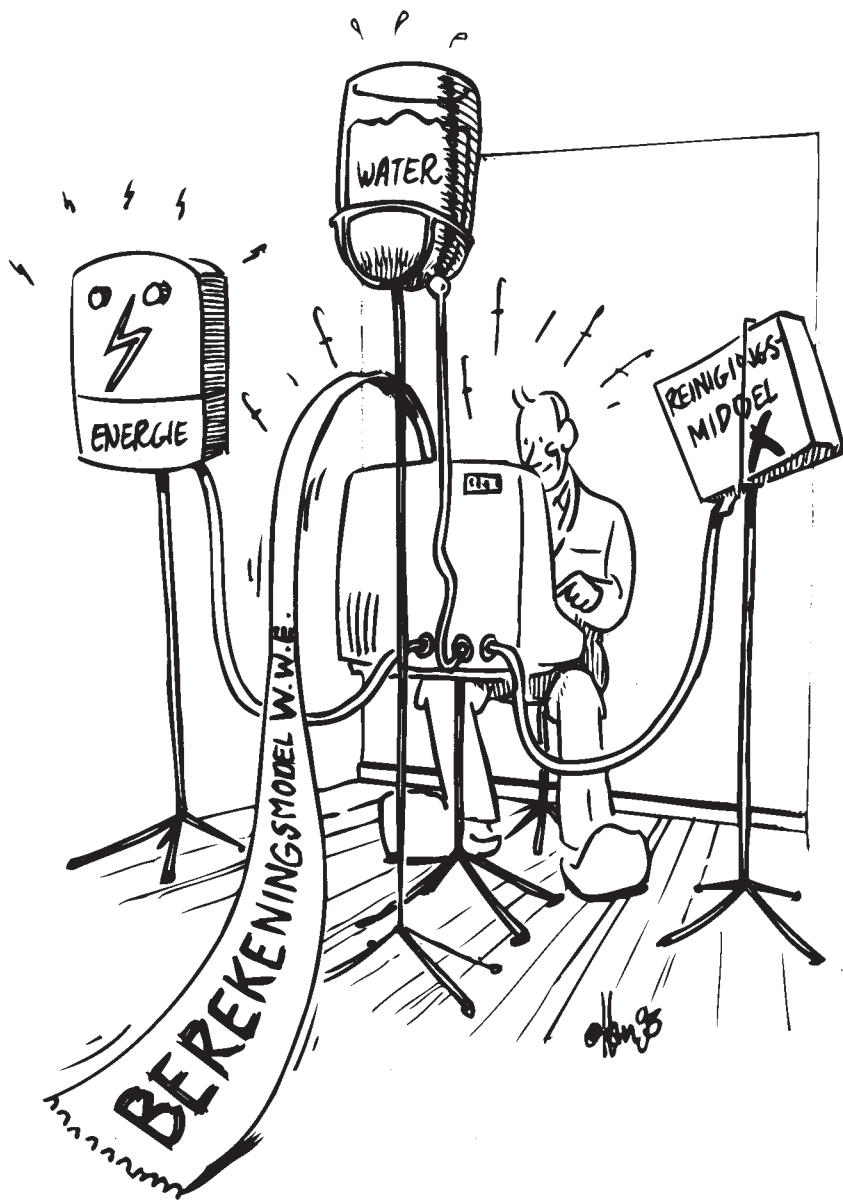
	Zonder warmtepomp	Met warmtepomp
Verbruik per jaar:		
Water (m <sup>3</sup> )	288	288
Energie:		
- koelen melk (kWh)	9000	10200
- verwarmen water (m <sup>3</sup> )	1877	744
Reinigingsmiddel:		
- gecombineerd alkalisch (l)	257	257
- zuur (l)	26	26
Kosten (gld/jaar):		
Gasboiler	315	315
Warmtepomp	-	740
Water	346	346
Energie:		
- koelen	1980	2244
- verwarmen	938	372
Reinigingsmiddelen	387	387
Totale kosten	3966	4404



onderzoekresultaten zullen in het programma worden verwerkt. Op deze wijze wordt ingespeeld op nieuwe ontwikkelingen in de praktijk.

Reinigingswater wordt uiteindelijk afvalwater. Afvalwater dat in de mestput terecht komt, vergt

opslagruimte en moet worden uitgereden. Door WWE op te nemen in het bedrijfsbegrotingsprogramma van het PR (BBPR) kunnen de kosten hiervan meegenomen worden. Dit geeft een betere vergelijking van de verschillende reinigingsmethoden.



WWE berekent de behoefte aan water, energie en reinigingsmiddel.

# Optimalisatie spoeeffect (1)

H.J. Soede (PR)

De reiniging van een melkleidingsinstallatie vraagt veel water, afhankelijk van het aantal melkstellen, wel of geen melkmeters/melkmeetglazen en de diameter van de melkleiding. De hoeveelheid voor- en naspoelwater is via een niveauschakelaar tot nu toe vaak gelijk aan de hoeveelheid hoofdspoelwater. Door nu deze voor- en naspoeling te optimaliseren kan er mogelijk met minder water een zelfde resultaat bereikt worden. Optimalisatie kan plaatsvinden door een juiste afstelling van de installatie (afschot van de leidingen e.d.) en een goede drainage na het melken. In dit onderzoek is gekeken of het verhogen van het vacuüm en het toepassen van luchtinjecties een optimalisatie in de uitspoeling geeft. Het onderzoek is medegefinancierd door de NOVEM (Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu).

Een goede voorspoeling betekent dat zoveel mogelijk melkresten uit de installatie verwijderd moeten worden. Bij de naspoeling gaat het om het verwijderen van eventuele residuen van reinigingsmiddelen. In de reinigingsstal op de Wai-boerhoeve is onderzoek gedaan om deze voor-



*De besturingseenheid met kleppen om de hoeveelheid ingelaten water en lucht te variëren.*

en naspoeling, te optimaliseren. De 2 x 3 open tandem melkstal is speciaal voor het reinigingsonderzoek ingericht. De stal is uitgevoerd met een laagliggende 50 mm melkleiding zonder melkmeters/melkmeetglazen. Daarnaast is er een laagliggende 75 mm melkleiding. Beide leidingen hebben een directe spoelleiding op de melkleiding, van dezelfde diameter als de melkleiding, zodat rechtstreeks spoelen van de melkleiding mogelijk is. Er is voor elke zijde van de stal een laagliggende 38 mm spoelleiding en voor beide zijden samen één 30 mm hoogliggende spoelleiding.

Met een besturingseenheid is het mogelijk om de hoeveelheid water en lucht te bepalen die in het systeem worden ingelaten. Op elke spoelleiding zijn twee tijdgestuurde kleppen gemonteerd, één voor de inlaat van water en één voor de inlaat van lucht. Op deze manier is het mogelijk om meer kleine voorspoelingen te doen met tussentijds een luchtinjectie. Door drie vacuümregulateurs kan het vacuüm worden ingesteld op 40, 50 en 60 kPa. In deze proef wordt het effect van luchtinjecties en vacuümhoogte op het uitspoelen van vervuiling onderzocht.

## Meetapparatuur

Om inzicht te krijgen in het resultaat van de uitspoeling zijn een aantal meetpunten in de installatie aangebracht. Door de geleidbaarheid van het spoelwater te meten kan worden bepaald of het voor- en naspoelwater vuil of schoon is (geleidbaarheid gelijk aan melk is vuil water en geleidbaarheid gelijk aan water is schoon water). De geleidbaarheid wordt gegeven in een percentage

vervuiling van 0% tot 100%. Daarnaast wordt de hoeveelheid verbruikt voor- en naspoelwater bepaald aan de hand van de pomptijd van de melkpomp en een bijbehorende pompkarakteristiek die wordt gecorrigeerd voor het vacuümniveau in de luchtafscheider. De meetapparatuur is mobiel gemaakt zodat ook in de praktijk gemeten kan worden.

## Resultaten

Voor de eerste serie metingen is gekozen voor het 50 mm melkleidinginstallatie. Dit is gedaan omdat dit systeem vrij eenvoudig is en het een veel voorkomende installatie in de Nederlandse melkveehouderij is. In de volgende paragraaf worden de metingen besproken, eerst volgen een aantal inleidende metingen die een optimalisatie laten zien. Daarnaast worden de resultaten van een dubbele laagliggende 38 mm spoelleiding en een enkele hoogliggende 30 mm spoelleiding besproken.

### Verbeterde uitspoeling van vervuiling

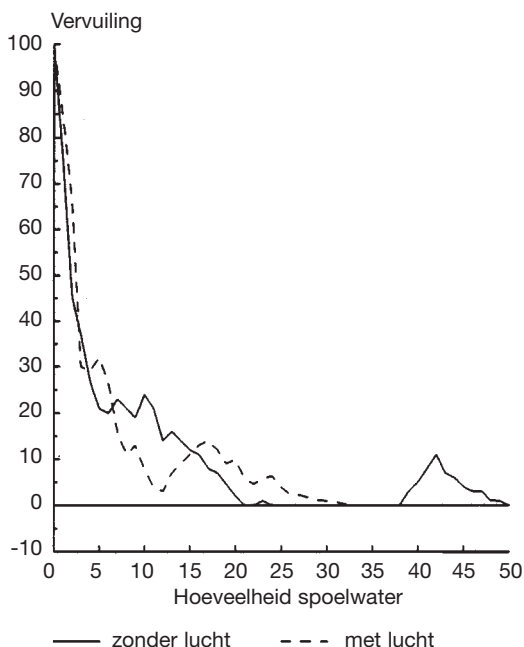
De norm van de hoeveelheid voor- en naspoelwater zoals die voor deze installatie geldt is:

$20 + 6 (\text{aantal melkstellen}) \times 5 = 50$  liter water per spoelbeurt. Bij de eerste uitspoelcurve is de

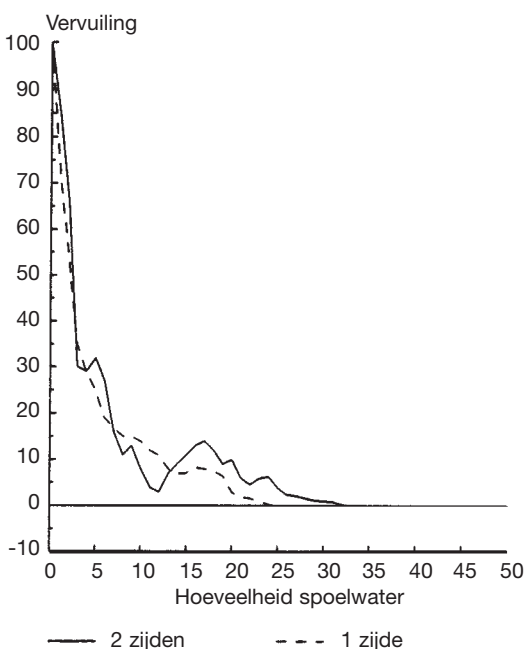
normhoeveelheid in één keer door de installatie gespoeld. De doorgetrokken lijn in de grafiek daalt na 20 liter tot 0% vervuiling, na 30 liter stijgt de lijn en komt er nog, een hoeveelheid vervuiling vrij. Deze vervuiling komt vrij uit de dode hoeken van de installatie op het moment dat er via de spoelleiding lucht wordt ingelaten, deze luchtinlaat wordt veroorzaakt doordat de spoelbak leeg is en er via de spoelleiding lucht wordt aangezogen. De stippellijn laat een uitspoelcurve met dezelfde hoeveelheid water zien maar bij deze voorspoeling is om de 10 liter lucht ingelaten. Deze uitspoelcurve laat zien dat de installatie na 35 liter schoon is. Het vacuüm bij deze metingen is 50 kPa.

De uitspoelcurve met luchtinlaat na elke 10 liter is vervolgens verder geoptimaliseerd. Dit is bereikt door één zijde van de luchtafscheider voor 90% af te sluiten. Hierdoor moet 90% van het voor- en naspoelwater de installatie rond en kan het niet via de kortste weg de luchtafscheider inlopen. De overige 10% gaat via het korte einde de luchtafscheider in. Door deze eenzijdige afsluiting wordt de vervuiling uit dode hoeken van de installatie makkelijk verwijderd en is de installatie na 25 liter op 0% vervuiling.

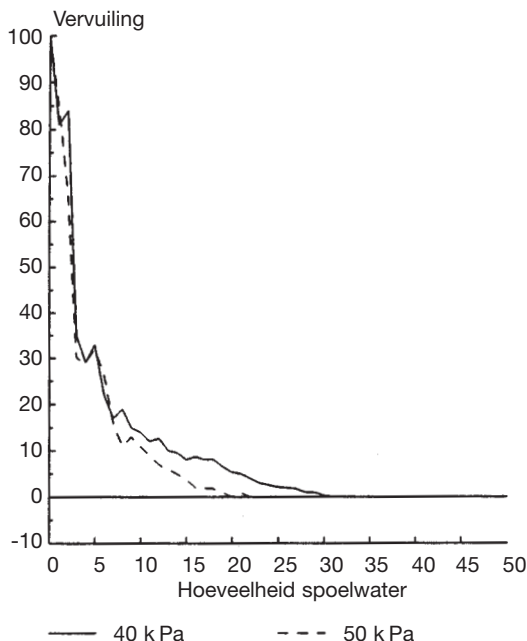
**Figuur 1** Uitspoelcurve met en zonder luchtinjectione



**Figuur 2** Uitspoelcurve 2 zijden van luchtafscheider open en 1 zijde open



**Figuur 3** Uitspoelcurve bij 40 kPa en bij 60 kPa



De laatste grafiek laat het verschil zien tussen een uitspoeling met een laag vacuüm (40 kPa), en een hoog vacuüm (60 kPa). De uitspoelcurve met het lage vacuüm laat zien dat de installatie na 30 liter schoon is. Bij het hoge vacuüm is de snelheid van het voor- en naspoelwater hoger en daardoor vindt er een snellere uitspoeling van de vervuiling plaats, de installatie is na 22 liter schoon.

Er is een optimalisatie van het spoeeffect bereikt door een juiste afstelling van de installatie, éézijdige afsluiting van de luchtafscheider en een goed afschot van de leidingen. Een goede drainage na elke spoel- of melkbeurt zorgt ervoor dat er minder vervuiling uitgespoeld behoeft te worden. Daarnaast is het effect van de luchtinlaat en vacuümverhoging duidelijk waarneembaar. De luchtinlaat en het verhoogde vacuüm veroorzaken een hogere snelheid en turbulentie van het spoelwater, hierdoor ontstaat een efficiëntere uitspoeling van de vervuiling.

*50 mm melkleiding 2 x 38 mm, lage spoelleiding*

De eerste serie metingen is uitgevoerd met de dubbele 38 mm spoelleidingen. Er zijn spoelcurves gemaakt met de volgende variaties: wel en geen luchtinjecties en vacuümhoogtes van 40, 50 en 60 kPa. De resultaten staan in tabel 1. In deze

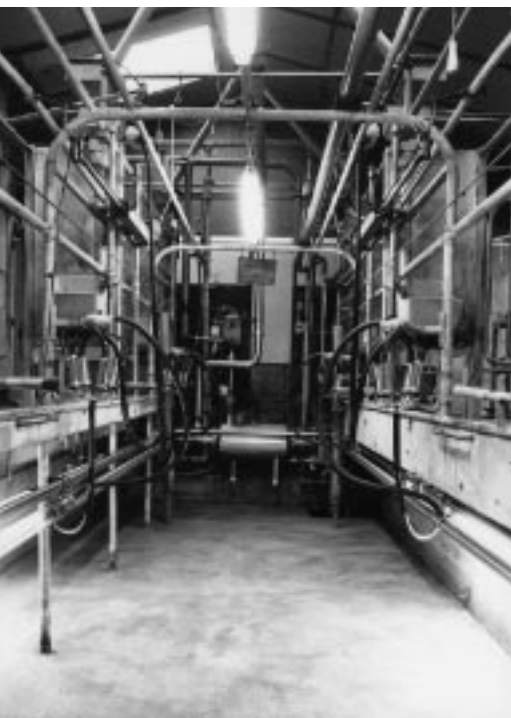
**Tabel 1** Hoeveelheid spoelwater om 99% vervuiling uit te spoelen bij een dubbele spoelleiding

Variatie	wel luchtinjectie	geen luchtinjectie
40 kPa	31,2 liter	37,6 liter
50 kPa	31,3 liter	23,5 liter
60 kPa	25,3 liter	22,7 liter

tabel staan de liters voor- en naspoelwater die nodig zijn om 99% van de vervuiling uit te spoelen. Verhoging van het vacuüm heeft een significant effect. Luchtinjectie daarentegen heeft alleen effect bij een laag vacuüm (40 kPa).

*50 mm melkleiding 1 x 30 mm, hoge spoelleiding*

De tweede serie metingen is uitgevoerd met één enkele hoogliggende spoelleiding. Dezelfde variaties als bij de eerste serie zijn ook hier vergeleken. De uitkomsten van de hoge leiding geven eenzelfde beeld als de dubbele lage spoelleiding (zie tabel 2). De verschillen tussen de variabelen zijn echter veel kleiner. Dit verschil zou kunnen komen doordat de snelheid die bij de dubbele spoelleiding wordt gehaald in de enkele spoelleiding afneemt. Op de plek waar de snelheid van het spoelwater gewenst is, namelijk in de melkklaauw en in de melkleiding, is deze al afgezwakt.



*De proefinstallatie met de verschillende melkleidingen.*

**Tabel 2** Hoeveelheid spoelwater om 99% vervuiling uit te spoelen bij een enkele spoelleiding

Variatie	wel luchtinjectie	geen luchtinjectie
40 kPa	36,2 liter	38,7 liter
50 kPa	33,9 liter	37,3 liter
60 kPa	34,4 liter	34,6 liter

### Vermindering van spoelwater te bereiken

De norm die voor een installatie van deze omvang geldt is 50 liter per spoelbeurt. Door een goede afstelling van de (proefinstallatie) kan de norm met 25% worden verlaagd tot 37,5 liter spoelwater, bij een vacuüm van 40 kPa. Door het toepas-

sen van luchtinjectie of het verhogen van het vacuüm van 40 kPa naar 60 kPa, kan bij de dubbele spoelleiding in de proefstal de norm nog eens met ongeveer 25% worden verlaagd tot 25 liter spoelwater. Bij een enkele hoge spoelleiding gaat deze vermindering van 50% niet op. Hier is de maximale vermindering 35%. Een goede uitspoeling met minder water dan de norm kan worden bereikt door een aantal zaken. Een goed aangelegde installatie met een goed afschot van de leidingen. Bij rondgaande melkleidingen, kan één zijde van de luchtafscheider voor 90% worden afgesloten. Drainage tussen de spoelgangen, maar vooral ook na het melken, vermindert de hoeveelheid uit te spoelen vervuiling.



*De turbulentie en snelheid van het water bevordert de snelheid van uitspoelen.*

# Optimalisatie spoeeffect (2)

*H.J. Soede (PR) en R.P. Laan (stagiair CAH Dronten)*

De reiniging van een melkleidinginstallatie vraagt veel water, afhankelijk van het aantal melkstellen, wel of geen melkproduktiemeters/melkmeetglazen en de diameter van de melkleiding. De hoeveelheid voor- en naspoelwater is via een niveauschakelaar tot nu toe vaak gelijk aan de hoeveelheid hoofdspoelwater. Aanbevelingen van de werkgroep "Reinigen" (1988) geven aan dat de hoeveelheid voor- naspoelwater kan worden teruggebracht naar 75% van de norm. Door nu deze voor- en naspoeling te optimaliseren kan er mogelijk met minder water een zelfde resultaat bereikt worden. Optimalisatie kan plaatsvinden door een juiste afstelling van de installatie (afschot van de leidingen e.d.) en een goede drainage na het melken. In dit onderzoek is gekeken of het verhogen van het vacuüm en het toepassen van luchtinlaten (injecties) een optimalisatie van de uitspoeling geeft. Het onderzoek is medegefinancierd door de NOVEM.

Een goede voorspoeling betekent dat zoveel mogelijk melkresten uit de installatie verwijderd worden. Bij de naspoeling gaat het om het verwijderen van residuen van reinigingsmiddelen. In een speciaal ingerichte 2 x 3 open tandem melkstal op de Waiboerhoeve zijn diverse proeven uitgevoerd. De stal is uitgevoerd met een laagliggende, rondgaande 50 mm en 75 mm melkleiding met diverse gangbare hoog- en laagliggende spoelleidingen en een directe spoelleiding op de melkleiding. Op de 50 mm melkleiding kunnen melkmeetglazen worden aangesloten en op de 75 mm melkleiding melkproduktiemeters.

Met een besturingseenheid is het mogelijk om de hoeveelheid water en lucht te bepalen die in het systeem worden ingelaten, met twee tijdgestuurde kleppen op de spoelleiding. Na iedere opgezogen kolom uit de spoelbak wordt er direct lucht achter de kolom ingelaten. Zo krijgt de kolom spoelwater extra snelheid. De volledige hoeveelheid voorspoelwater wordt zo opgedeeld in (kolommen) met tussentijds een luchtinlaat. De drie gebruikte vacuümniveaus tijdens het onderzoek kunnen worden ingesteld met drie vacuümregulateurs. In dit onderzoek wordt het effect van luchtinlaten in de spoelleiding en melkleiding en het vacuümniveau op het uitspoelen van vervuiling onderzocht.

## Meetapparatuur

Om inzicht te krijgen in het resultaat van de uitspoeling zijn een aantal meetpunten in de installatie aangebracht. Door de geleidbaarheid te me-

ten van het spoelwater direct na de melkpomp wordt bepaald hoeveel procent vervuiling nog in het spoelwater aanwezig is. Hierbij is 100% vervuiling melk en 0% vervuiling schoon water. Ook wordt de verbruikte hoeveelheid spoelwater bij de behorende vervuilingpercentages geregistreerd. De meetapparatuur is mobiel gemaakt zodat ook gemeten kan worden op praktijkbedrijven.

## Resultaten

De manier van uitspoelen is afhankelijk van vorm en constructie van het te spoelen onderdeel. Delen waar een snelle doorstroom van spoelwater mogelijk is worden gespoeld door verdringing, dit zijn onderdelen zoals: melkmeetglazen en lucht afscheider met een voldoende snelle afvoer, melkleiding en melkslangen. Delen waar het spoelwater in blijft staan (buffering) door onvoldoende snelle afvoer of een bepaalde constructie worden gespoeld door middel van verdunning. De vervuiling wordt verdund met spoelwater en vervolgens afgevoerd. Onderdelen die op deze manier gespoeld worden zijn: Melkmeetglazen en luchtafscheider met langzame afvoer, melkklauw, melkstroomindicator en melkproduktiemeter. In de proefstal op de Waiboerhoeve zijn diverse systemen doorgemeten waarna ze in de praktijk zijn getoetst.

### *Proefmetingen 50 mm melkleidingsysteem*

De meetresultaten laten zien dat er ten opzichte van de norm zeer grote reductie voor- en na-



**Tabel 1** Reductie spoelwater (%) ten opzichte van de norm, bij verschillende spoelleidingen

Melkleidingsysteem	vacuüm + kolommen	vacuüm	kolommen	norm (I)
50 mm systeem met melkmeetglazen				
- enkele 30 mm hoogliggende spoelleiding	35	30	35	50
- dubbele 32 mm hoogliggende spoelleiding	40	35	40	
50 mm systeem zonder melkmeetglazen				
- dubbele 38 mm laagliggende spoelleiding	55	50	40	50
- enkele 30 mm hoogliggende spoelleiding	45	35	30	
- dubbele 32 mm hoogliggende spoelleiding	45	40	35	

spoelwater mogelijk zijn. Het effect van spoelen met een hoog vacuüm is het grootst bij een installatie waar geen bufferende onderdelen in aanwezig zijn. Het hoge vacuüm geeft een goede verdringingsspoeling te zien. Bij het spoelen van melkmeetglazen met melkstroomindicatoren geeft verhogen van het vacuüm minder effect omdat er gespoeld wordt door verdunning. Het spoelen door verdunning verloopt sneller wanneer er in kolommen gespoeld wordt. De vervuiling wordt zo na elke kolom verdund en vervolgens afgevoerd. Tevens bleek dat het spoelen met een dubbele lage spoelleiding minder water vraagt dan het spoelen met een enkele hoge spoelleiding.

Uit de tabel blijkt dat het effect van vacuüm niet opgeteld mag worden bij het effect van kolommen. Er is in dat geval maar een kleine meerwaarde bereikt. In het algemeen kan gesteld worden dat reductie's van 30% tot 50% mogelijk zijn.

#### *Proefmetingen 75 mm melkleidingsysteem*

Bij het spoelen van het 75 mm systeem zijn gelijke conclusies te trekken als bij het 50 mm melkleidingsysteem. Bij deze proef is alleen gemeten bij een dubbele laagliggende 38 mm spoelleiding. De melkleiding wordt gespoeld door het spoelwater van de zes aangesloten melkstellen en een extra toevoerslang rechtstreeks op de melkleiding naast de luchtafscheider. Op de melkleiding worden na toevoer van water luchtinjecties gegeven om kolommen te maken die de ruime 75 melkleiding spoelen. Bij gebruik van een aparte spoelleiding (vanuit de spoelbak) op de melkleiding is het waterverbruik hoger terwijl de uitspoeling niet sneller verloopt. Bij het 75 mm melkleidingsysteem zonder melkproductiemeters geeft verhogen van het vacuüm van 40 naar 60 kPa een reductie van spoelwater met 55%. Door te spoelen in kolommen kan eveneens een besparing van 55% worden gerealiseerd. Deze besparingen zijn ten opzichte van de norm van 65 liter.

Het spoelen van Afikim melkproductiemeters vraagt een andere aanpak. Bij de huidige werkwijze wordt de melkmeetkamer om de acht seconden geleegd. De gehele meter zal vol lopen doordat de aanvoer van spoelwater groter is dan de afvoer. De vervuiling wordt zo verdund en afgevoerd. Voor het onderzoek kunnen de kleppen van de melkproductiemeters worden gestuurd in een optimale frequentie. Door de melkproductiemeters eerst snel door te laten stromen is de meeste vervuiling verdwenen (verdringing), vervolgens wordt de melkmeterklep gesloten en kan de meter vollopen met 2,7 liter spoelwater zodat de bovenkant van de melkproductiemeter wordt bevochtigd (verdunning). Er wordt dus gespoeld in kolommen. Dit geeft een snellere uitspoeling dan wanneer de vervuiling wordt verdund en in de melkproductiemeter blijft hangen (reinigingsstand). De behaalde reductie ten opzichte van uitspoelen in de reinigingsstand is 50%. Het verhogen van het vacuüm heeft geen effect omdat dit teniet wordt gedaan door de buffering in de melkproductiemeters. In tabel 2 zijn de behaalde reducties van het 75 mm systeem weergegeven.

#### *Praktijkmetingen grupstal*

De grupstal waar de resultaten getoetst zijn, heeft een rondgaande melkleiding van 80 meter en een diameter van 53 mm. De zeven melkstellen zijn geplaatst op kelkjetters. Na het melken wordt eerst een sponsje door de melkleiding gezogen om de laatste melk uit de melkleiding te drukken. Vanwege de lange melkleiding en het daardoor minimale afschot zit er nog veel melk in de melkleiding als met de voorspoeling wordt begonnen. Het sponsje is een goed hulpmiddel om de trage drainage op te vangen. Het effect van dit sponsje op de uitspoeling is weergegeven in figuur 1. Spoelen bij gebruik van 60 liter zonder sponsje geeft een eindvervuiling van 2%. Bij gebruik van het sponsje is de installatie schoon na 35 liter. Het spoelen bij een vacuüm van 60 kPa en in drie kolommen van 15 liter geeft een scho-

**Tabel 2** Reductie spoelwater (%) ten opzichte van de norm, bij verschillende spoelleidingen

Melkleidingsysteem	vacuüm + kolommen	vacuüm	kolommen	norm (liter)
75 mm systeem zonder melkproduktimeters - dubbele 38 mm laagliggende spoelleiding	60	55	55	65
75 mm systeem met melkproduktimeters - dubbele 38 mm laagliggende spoelleiding	50	20	50	85

ne installatie na gebruik van 25 liter. Er is een reductie van 50% bereikt.

*Praktijkmetingen visgraatstal*

Deze melkstal is een 2 x 5 visgraat met een rondgaande 53 mm melkleiding met Metatron melkmeters die door hun kleine inhoud geen extra water vragen. Naast de dubbele laagliggende spoelleiding is er een extra spoelleiding op de melkleiding. De norm voor deze installatie is 60 liter. Bij het spoelen in drie kolommen van 15 liter (40 kPa) is de installatie na 25 liter schoon. Bij het spoelen met een verhoogd vacuüm (60 kPa) heeft het spoelwater zoveel snelheid dat de melkpomp het vervuilde water niet voldoende snel kan afvoeren. Daardoor blijft de vervuiling hangen in de luchtafscheider (buffering). Als er geen automatische drainage plaatsvindt komt er een grote hoeveelheid van deze vervuiling in de volgende spoelbeurt. In dit geval geeft vacuüm verhogen een minder optimale uitspoeling. Uit de spoelcurves blijkt dat bij een vacuümniveau van 60 kPa en het opzuigen in kolommen van 15 liter de installatie schoon is bij 25 liter. Op de traditionele manier is 50 liter nodig. Een besparing van 50% ten opzichte van de praktijk. De resultaten van de praktijkmetingen komen overeen met de proefmetingen waarin vergelijkbare reducties zijn gehaald.

**Conclusies**

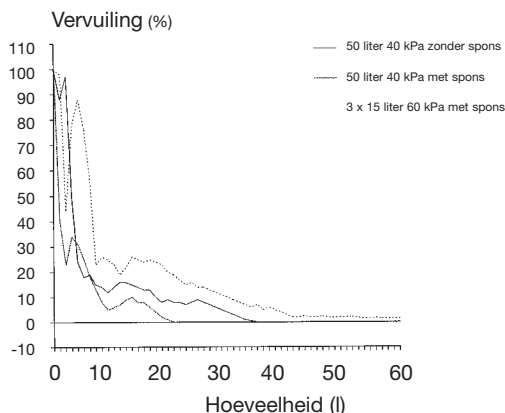
Optimalisatie van het spoelen van melkwinningsinstallaties kan op een aantal manieren worden bereikt. De drie belangrijkste factoren worden achtereenvolgens besproken.

- De grootte en aanleg van de installatie speelt een rol bij de bepaling van de hoeveelheid spoelwater. Bij een goede sanitaire aanleg kunt u denken aan: voldoende afschot in de leidingen, gebruik van gladde materialen (RVS) en een goede (automatische) drainage om een betere scheiding te maken tussen de verschillende spoelbeurten. Het is daarom ook aan te bevelen om na elke spoelbeurt (ook na het melken) de installatie (automatische) te draineren. Bij een goede sanitair aangelegde installatie blijft weinig restmelk en -water achter zodat er ook weinig uitgespoeld hoeft te worden.
- Het spoelen in kolommen heeft een aantal voordelen. Aangevoerd is dat door te spoelen in kolommen de spoeling efficiënter verloopt en minder water vraagt. Door kleine porties water door de installatie te sturen met lucht erachter wordt de snelheid van het spoelwater verhoogd en neemt het spoeeffect toe. Het vooruitstuwende van vervuiling wordt bevorderd en bij het verdunnen geef je na elke kolom de kans om de vervuiling af te voeren. Dit effect is

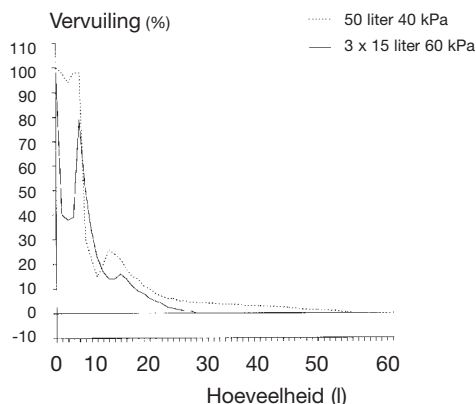


*Turbulentie en .....snelheid van het spoelwater .....*

**Figuur 1** Uitspoelcurve melkleidinginstallatie grupstal



**Figuur 2** Uitspoelcurve 2 x 5 visgraatstal met melk-produktiemeters

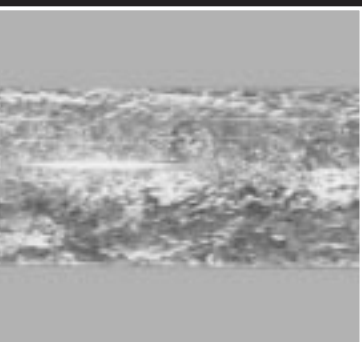


het grootst bij bufferende onderdelen. Bij het handmatig reinigen is het spoelen in kolommen eenvoudig te realiseren. Tijdens het voor en naspoelen kan de opzuigslang na bv elke 20 liter uit de bak worden gehaald. De kolomgrootte is afhankelijk van het aantal en diameter spoelleiding. Bij het automatische spoelen biedt een toevoerklep of luchtinjector (spoelpulsator) uitkomst. Door de kleine luchtinlaat blijft het temperatuurverlies van het spoelwater beperkt. In verder onderzoek wordt dit temperatuurverlies nader gekwantificeerd.

- De drijvende kracht van het spoelwater is het vacuüm. De laatste jaren is dit vacuüm uit oogpunt van beter melken, steeds verlaagd. Voor het spoelen geldt echter dat een hoog vacuüm (50-60 kPa) een betere uitspoeling van vervuiling geeft. De melkpomp moet echter bij spoelen met verhoogd vacuüm voldoende capaciteit hebben om het spoelwater af te voeren. Bij een te kleine capaciteit blijft een hoeveelheid vervuiling achter in de luchtafscheider. Bij een hoog vacuüm wordt het spoelwater sneller aangevoerd en de melkpompcapaciteit neemt af. In tabel 3 is de melkpompcapaciteit weer gegeven bij verschillende vacuümniveaus.

Een extra reguleur die wordt gestuurd door de reinigingsautomaat kan een verhoogd vacuüm (bij een voldoende pompcapaciteit) bewerkstelligen.

Het optimaliseren van voorspoelen geeft een besparing van water en energie. Daarnaast is er minder afvalwater zodat (bij lozing op de mestput) er minder opslag- en uitrijkosten zijn. Voor de optimalisering van de naspoeling kunnen de



Foto's: Wageningen Pers

.....bevordert de snelheid van uitspoelen

**Tabel 3** Invloed vacuüm op pompcapaciteit van 2 in de proef gebruikte melkpompen

Vacuümniveau (kPa)	30	40	50	60
Melkpomp A (l/sec)	2,25	2,00	1,75	1,50
Melkpomp B (l/sec)	2,7	2,5	2,3	2,1

genoemde spoeltechnieken ook toepast worden. De hoeveelheid voorspoelwater is gebaseerd op 1% restvervuiling. Uit het oogpunt van residuen reinigingsmiddel in de melk lijkt het raadzaam om uit te gaan van een lagere restvervuiling bij de naspoeling. Verhogen van vacuüm en spoelen in kolommen tijdens de hoofdrei-

ging kan een betere turbulentie van het water geven en zo een betere reiniging. Verder onderzoek zal zich richten op de gewenste snelheid van water, reinigingsmiddelconcentratie en temperatuur van het water en de invloed van luchtinlaat op de eindtemperatuur tijdens de hoofdreiniging.

# Kortere wachttijd na voorspoelen vermindert temperatuurverlies tijdens de reiniging

H.J. Soede (PR)

Temperatuur is naast gebruikconcentratie, mechanische werking en tijdsduur, één van de belangrijkste factoren voor een goede reiniging. De eindtemperatuur van de hoofdreiniging moet  $\pm 40^{\circ}\text{C}$  zijn. De afkoeling van de hoofdreinigingsoplossing wordt veroorzaakt door een groot aantal factoren. In de praktijk is een groot verschil gevonden in afkoeling van vergelijkbare hoofdreinigingen. Een eindtemperatuur van  $40^{\circ}\text{C}$  wordt meestal bereikt door te beginnen met  $\pm 70^{\circ}\text{C}$  (de variatie is groot;  $60^{\circ}\text{C}$  tot  $80^{\circ}\text{C}$ ). Als de eindtemperatuur lager dan  $40^{\circ}\text{C}$  is, wordt vaak de boilertemperatuur hoger gezet. Dit is een dure oplossing waarvoor goedkopere alternatieven zijn. Het verkorten van wacht- en vultijden kan een oplossing zijn. De belangrijkste factoren die invloed hebben op de afkoeling zijn; tijd, uitvoering van de reiniging en omgevingstemperatuur. Daarnaast wordt de afkoeling bepaald door de grootte van de installatie, de hoeveelheid water en de begintemperatuur van de hoofdreiniging. Op de proefbedrijven van de Waiboerhoeve zijn metingen gedaan om de afkoeling tijdens

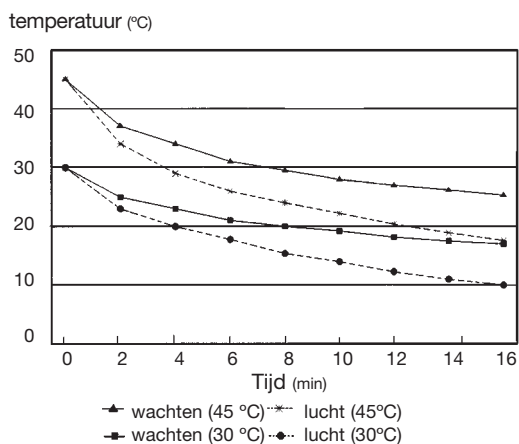
## Afkoeling door wachttijden

De voorspoeling wordt in het algemeen uitgevoerd met lauwwarm water. Dit wordt gedaan om melkresten beter te verwijderen en de installatie op temperatuur te brengen/houden. Na de voorspoeling wordt de installatie veelal met lucht drooggezogen, waarna de spoelbak wordt gevuld met heet water voor de hoofdreiniging. Tussen voorspoelen en het begin van de hoofdreiniging kan zo wel 15 minuten zitten. De op temperatuur gebrachte installatie is in die tijd afgekoeld en moet door de hoofdreiniging opnieuw opgewarmd worden. Korte wachttijden verminderen de afkoeling, waardoor makkelijker een hogere eindtemperatuur gehaald kan worden. Afkoeling tijdens de wachttijden wordt beïnvloed door de omgevingstemperatuur en het wel of niet luchtzuigen. In figuur 1 is de afkoeling na een voorspoeling van  $30^{\circ}\text{C}$  en  $45^{\circ}\text{C}$  te zien. De twee metingen zijn uitgevoerd in een 2 x 3 open-tandem melkstal met een 50 mm roestvrijstalen (RVS) melkleiding met melkmeetglazen. De omgevingstemperatuur is bij deze meting  $10^{\circ}\text{C}$ .

De afkoeling van de hoofdreiniging wordt voor een groot deel bepaald door de temperatuur van de installatie. Bij lange wachttijden met luchtzuigen gaat de warmte van het voorspoelen weer verloren. Het is daarom zinvol om de wachttijden

zo kort mogelijk te houden. In tabel 1 zijn voor vier installatietemperaturen, de circulatietemperaturen weergegeven. De begintemperatuur van de hoofdreiniging is  $70^{\circ}\text{C}$ , waarna de temperatuur in de persleiding na één circulatie, en vervolgens na steeds twee minuten wordt gegeven. Een installatietemperatuur die  $30^{\circ}\text{C}$  hoger is, geeft na acht minuten circuleren een temperatuur

**Figuur 1** Temperatuur ( $^{\circ}\text{C}$ ) in een RVS melkleiding bij twee voorspoeltemperaturen en 16 minuten wachttijd met en zonder luchttoevoer



**Tabel 1** Temperatuurverloop vier circulatiereinigingen bij verschillende begintemperaturen installatie (°C)

Installatietemperatuur	40	30	20	10
Begintemp. reiniging	70	70	70	70
Temp. na 1 circulatie	55	53	49	46
Temp. na 2 min.	52	51	47	45
Temp. na 4 min.	49	47	45	43
Temp. na 6 min.	47	45	43	41
Temp. na 8 min.	45	43	41	39
Totale afkoeling	25	27	29	31

winst van 6°C. De extra energie is niet erg efficiënt benut (20%). Een hoge installatietemperatuur kan worden bereikt door warm voor te spoelen en een korte tijd tussen einde voorspoelen en begin hoofdreiniging te realiseren. Het werken met een dubbele spoelbak, zoals bij het doorschuifreinigingssysteem wordt gebruikt, is een oplossing. Daarnaast kan de diameter van de waterleiding worden verruimd om de voltijden korter te maken. Wanneer er handmatig wordt gereinigd is het vaak mogelijk de spoelbak te vullen als de installatie nog dreineert. Ook kan de tijdafstelling van de reinigungsautomaat worden geoptimaliseerd. Vaak zijn de tijden onnodig lang en kunnen de spoelbeurten korter na elkaar volgen.

### Afkoeling tijdens de hoofdreiniging

Uit de metingen is gebleken dat de begintemperatuur van de hoofdreiniging van grote invloed is op de snelheid van afkoelen. Het is logisch dat een hoge begintemperatuur een hogere eindtemperatuur geeft. Een hoge begintemperatuur geeft echter een groot verval van temperatuur in de eerste circulatie. Een 10°C hogere begintemperatuur geeft zo een 3°C hogere eindtemperatuur. Verhogen van de begintemperatuur is daarom een dure oplossing.

Tijdens het circuleren van de hoofdreinigungsoplossing wordt in de praktijk vaak een mengsel

van water en lucht gecirculeerd. De verhouding water/lucht en de snelheid van deze oplossing verschilt per bedrijf. Uit metingen is gebleken dat een verhoogde circulatiesnelheid, door hoger vacuüm of luchtinlaat, **geen** grotere afkoeling geeft. De afkoeling wordt vooral veroorzaakt door de circulatietijd en het soort en hoeveelheid materiaal (aantal melkstellen en meters melkleiding), RVS koelt sneller af dan rubber.

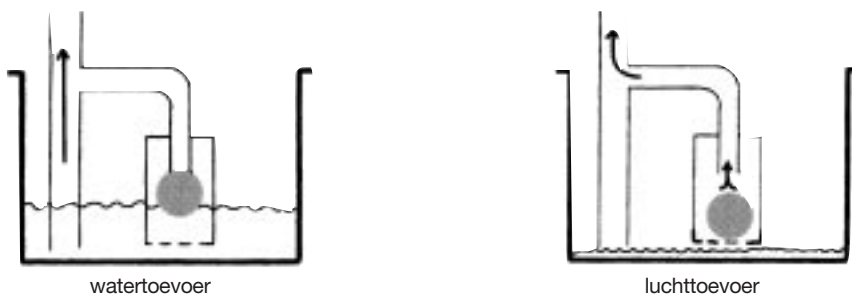
Een snelle circulatie van vloeistof is niet nadelig voor de eindtemperatuur, maar geeft wel meer turbulentie en daardoor een betere reiniging. In tabel 2 zijn van zes reinigungsprogramma's met gelijke eindtemperatuur een aantal kenmerken weergegeven; het bedrijfsvacuüm 40, 60 kPa, het aantal liters verpompte reinigungsoplossing per minuut en het aantal circulaties in acht minuten. Reiniging in kolommen met een verhoogd vacuüm geeft het grootste aantal circulaties bij gelijke afkoeling. In de praktijk is dit te realiseren door een extra vacuümregulateur, die tijdens de reiniging een hoger vacuüm instelt. Kolommen zijn te realiseren met door de automaat gestuurde kleppen. Meer praktische en goedkopere oplossingen zijn een spoelpulsator of een vlottersysteem. Het vlottersysteem zorgt ervoor dat er een voorraad water in de spoelbak wordt verzameld voordat het opgezogen wordt. Na het water wordt lucht gezogen tot er weer voldoende water in de spoelbak aanwezig is. Figuur 2 geeft een

**Tabel 2** Aantal circulaties van zes reinigungsprogramma's tot eindtemperatuur 40°C

Reinigungsprogramma	Vacuüm (kPa)	Pompsnelheid (l/minuut)	Aantal circulaties in 8 minuten
Alleen water	40	50	8
Water + lucht (gemengd)	40	25	4
Water + lucht (kolommen)	40	75	12
Alleen water	60	85	14
Water + lucht (gemengd)	60	42	6
Water + lucht (kolommen)	60	110	18



**Figuur 2** Schematische weergave vlottersysteem



schematische weergave van een vlottersysteem.

Bij een verhoogd aantal circulaties kan de circulatietijd soms worden verkort. Op ROC Zegveld en op De Marke is met gelijke melkwaliteit de circulatietijd van acht minuten teruggebracht naar vijf minuten. Naast circulatietijd is ook het **aantal** circulaties van belang.

### Een goede installatie

Er zijn meerdere zaken die van invloed zijn op de eindtemperatuur, één hiervan is vulverlies. Bij het vullen van de spoelbak, wat vaak vijf à acht minuten duurt, treedt temperatuurverlies op. De leidingen tussen boiler en spoelbak zijn vaak niet geïsoleerd en lang, waardoor er soms wel 1 à

2°C verlies optreedt. Vervolgens valt het water vaak spetterend in een grote en brede spoelbak met een groot verdampingsoppervlak. Dit kan in sommige gevallen 3 à 4°C verlies geven. Tegenwoordig worden daarom ook steeds vaker spoelbakken gebruikt met een kleiner verdampingsoppervlak (diep en smal in plaats van breed en ondiep). Een deksel op de spoelbak kan ook onnodig warmteverlies tegengaan en voorkomt vervuilen van de spoelbak.

Een grote hoeveelheid restwater heeft ook een nadelige invloed op de eindtemperatuur. Als er na de voorspoeling 10 liter water van 20°C in de installatie achterblijft, geeft dit al een afkoeling van ± 6°C op de hoofdreiniging van 80 liter met een begintemperatuur van 70°C. Goede aanleg



*Vullen spoelbak geeft veel temperatuurverlies !*

(vooral afschot, en automatische drainage) verkleint de hoeveelheid restwater.

### Praktijkmeting op melkvee 2

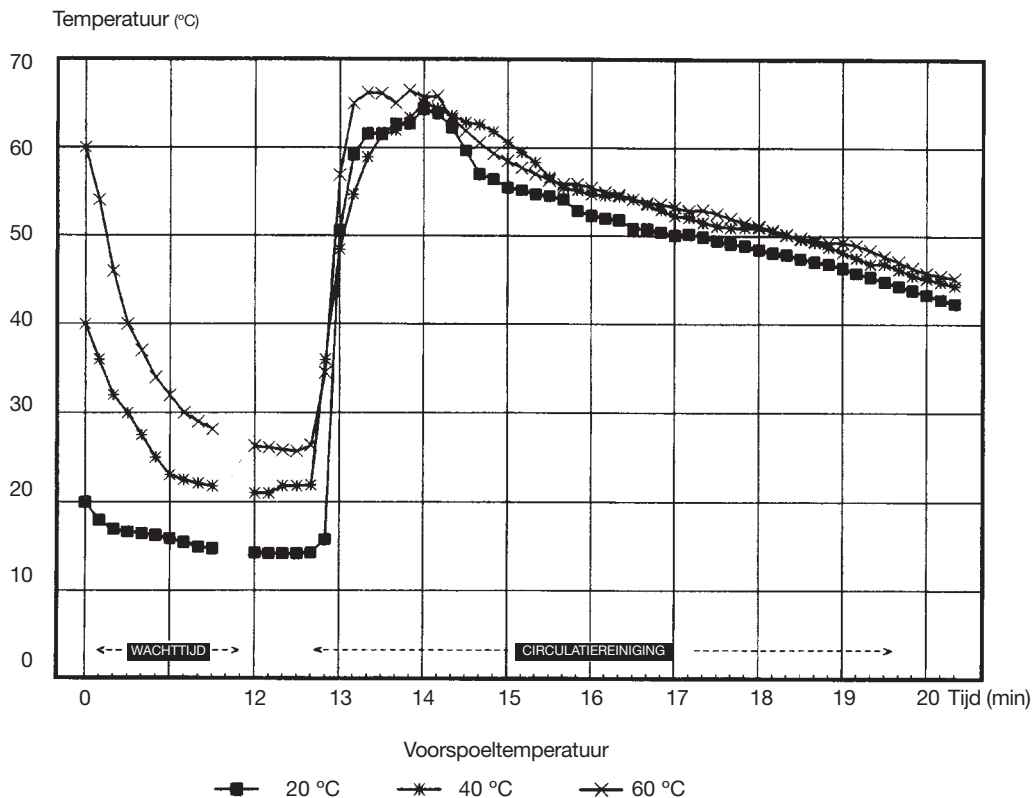
Melkvee 2 van de Waiboerhoeve is een bedrijf met een 10 stands open tandem met MR 2000 melkproduktimeters en een 25 meter lange, 75 mm rondgaande melkleiding. De reiniging wordt gestuurd door een automaat. De totale reiniging duurt 35 minuten en er wordt 120 liter water per spoelbeurt gebruikt. Het vullen van de spoelbak duurt  $\pm$  vijf minuten bij de voor- en naspoeling en  $\pm$  tien minuten bij de hoofdreiniging. De hoofdreiniging duurt acht minuten.

Figuur 3 laat het temperatuurverloop van drie hoofdreinigingen zien. De voorspoeltemperatuur is bij de drie verschillende reinigingen respectie-

velijk 20, 40 en 60°C. De tijd tussen voorspoelen en het begin van de hoofdreiniging is  $\pm$  12 minuten. De omgevingstemperatuur is voor de drie metingen gelijk (15°C).

Een voorspoeling van 60°C geeft na 12 minuten wachten een installatietemperatuur van 26°C. Na acht minuten circuleren is de eindtemperatuur in de persleiding 45°C. Als dezelfde installatie wordt voorgespoeld met water van 20°C, dan is de installatie na 12 minuten wachten 15°C. Na circuleren is er een eindtemperatuur van 43°C bereikt. De warme voorspoeling geeft maar een geringe verhoging van de eindtemperatuur (2°C). Er wordt nog onderzocht hoe groot het effect is van koud voorspoelen op het verwijderen van melkresten. Verkorten van de wachttijd geeft een hogere installatietemperatuur en minder afkoeling van de hoofdreiniging.

**Figuur 3** Hoofdreinigingstemperatuur (°C) bij verschillende voorspoeltemperaturen



# Koud voorspoelen hoopvol!

G.H. Klungel (PR)

In de dagelijkse melkveehouderijpraktijk wordt de melkleidinginstallatie na ieder melkmaal gereinigd. Om het reinigend en desinfecterend vermogen van de hoofdreinigingsoplossing maximaal te benutten, worden met een voorspoeling melkresten uit de melkleidinginstallatie verwijderd. In verband met het verwijderen van melkvet wordt vanuit de voorlichting geadviseerd om met lauw-warm water voor te spoelen. Tevens blijft de installatie op temperatuur of zal worden opgewarmd door een lauw-warme voorspoeling. Melktechnische ontwikkelingen hebben de laatste jaren niet alleen gezorgd voor een schonere en snellere wijze van melkwinning, de reiniging is eveneens verbeterd. In een kortdurend vooronderzoek is het effect van het verlagen van de voorspoeltemperatuur op de melkvervuiling van de hoofdreinigingsoplossing bepaald. Verlaging van de temperatuur van 45°C naar 15°C leidde niet tot een toename van de melkvervuiling in de hoofdreinigingsoplossing. In vervolgonderzoek zijn de effecten van koud voorspoelen gedurende een langere periode bepaald. Hieruit blijkt dat er geen verschil in melkqualiteit en eindtemperatuur van de hoofdreiniging optreedt en dat door koud voorspoelen een aanzienlijke hoeveelheid energie bespaard kan worden!

In de melkveehouderij komt het vaak voor dat de tijd tussen het einde van de voorspoeling en het begin van de hoofdreiniging dermate lang is dat de melkleidinginstallatie al is afgekoeld voordat de hoofdreiniging begint. Grote melkleidinginstallaties zullen, afhankelijk van de melkleidingdiameter, tijdens de reiniging sneller afkoelen dan kleinere melkleidinginstallaties, door het grotere oppervlak van de roestvaststalen melkleiding. Samen met een lange wachttijd tussen voorspoeling en hoofdreiniging zal het op temperatuur houden van de installatie door een lauw-warme voorspoeling geen enkel effect hebben. In een dergelijke situatie gaat veel energie, in de vorm van warmte verloren, daarom is het van belang om te bepalen in hoeverre voorspoelen met koud water van invloed is op de eindtemperatuur van de hoofdreiniging en het reinigingstechnisch resultaat. De hoofdreiniging zal in beide situaties een eindtemperatuur moeten bereiken van 40°C. Het voorspoelen met koud water kan op bedrijfsniveau een aanzienlijke hoeveelheid energie besparen. Deze reductie van het energieverbruik mag niet ten koste gaan van de melkqualiteit en de melkleidinginstallatie moet schoon blijven. Wanneer een melkveehouderijbedrijf 100 liter water gebruikt voor de voorspoeling en dit verwarmt van 10°C tot 45°C, dan is hiervoor op jaarbasis aan elektrische stroom circa 3.000 kWh no-

dig. Bij een energieprijs van f 0,18 per kWh zou voorspoelen met koud water per jaar een besparing opleveren van f 500,-, afhankelijk van het rendement van de boiler. Deze besparing geldt met name voor bedrijven die niet in het bezit zijn van een warmtepomp omdat hier energie moet worden toegevoerd voor het opwarmen van het voorspoelwater.

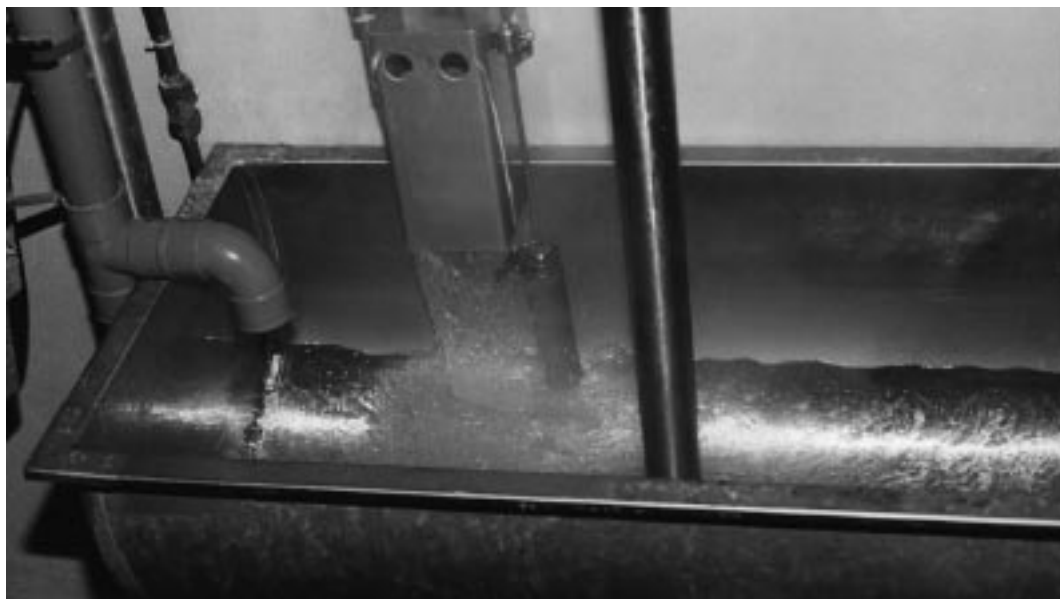
## Standaard reiniging

Tijdens de eerste helft van 1995 is op Melkvee 2, een proefbedrijf van de Waiboerhoeve, een duurproef uitgevoerd waarbij de melkleidinginstallatie met koud water is voorgespoeld.

Melkvee 2 beschikt over een 2 x 5 stands opentandem melkstal met MR 2000 melkproductiemeters. De rondgaande roestvaststalen melkleiding heeft een doorsnede van 75 mm en is laagliggend. Om tijdens de reiniging een goede vloeistofverdeling over de melkstellen, melkproductiemeters en melkleiding te krijgen, is naast een spoelleiding voor de melkstellen tevens een spoelleiding, voorzien van een luchtinjector, rechtstreeks op de melkleiding aangesloten.

Automatische drainage op de persleiding zorgt ervoor dat het water dat hierin aanwezig is na iedere spoelgang geloosd wordt.

Om de uitgangssituatie te kunnen vaststellen is de reiniging, zoals die standaard op het bedrijf



*Door koud voorspoelen is energiebesparing mogelijk bij de reiniging.*

plaatsvindt, gedurende een periode van zes weken gevolgd. Voor de reiniging is circa 100 liter water per spoelgang gebruikt, waarbij de temperaturen van het voorspoelwater en de hoofdreinigingsoplossing gemiddeld respectievelijk 40°C en 79°C bedroegen.

De reiniging werd uitgevoerd met een gecombineerd fosfaathoudend reinigings- en desinfectiemiddel waarbij tweemaal per week werd gereinigd met een zuur reinigingsmiddel.

Naast het temperatuurverloop tijdens de reiniging is ook de vervuiling van de hoofdreinigingsoplossing met melkresten bepaald. Door het Chemisch ZuurstofVerbruik (CZV) van de hoofdreinigingsoplossing te bepalen, wordt de vervuiling van deze oplossing met organisch materiaal (melk) bepaald. Hierdoor wordt een indruk verkregen van het effect van de voorspoeling op de verwijdering van melkresten uit de installatie.

Gedurende een periode van twaalf weken is de melkleidinginstallatie voorgespoeld met koud water. De temperatuur van dit water bedroeg gemiddeld 10°C.

In deze periode zijn exact dezelfde bepalingen uitgevoerd als in de voorgaande periode. Door het vaststellen van het temperatuurverloop van de reinigingsoplossing tijdens de reiniging is het mogelijk om het effect van een koude voorspoeling op de eindtemperatuur van de hoofdreinigingsoplossing aan te geven.

### **Controle reiniging**

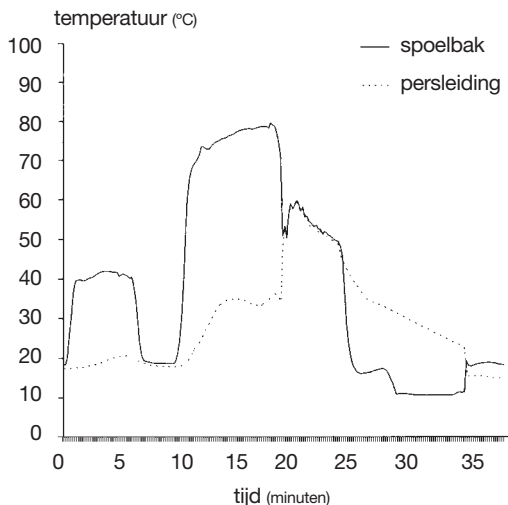
Een kwaliteitsvermindering van de melk door een ondoelmatige reiniging wordt vaak vooraf gegaan door een toenemende vervuiling van de melkleidinginstallatie.

Om dit voor te zijn is de melkleidinginstallatie gedurende de gehele proefperiode wekelijks gecontroleerd op de aanwezigheid van vervuiling. Tijdens deze controles zijn de melkproduktiemeters, tepelvoeringen en melkklauwen beoordeeld op de aanwezigheid van vuil en aanslag die zichtbaar dan wel voelbaar in de onderdelen aanwezig was.

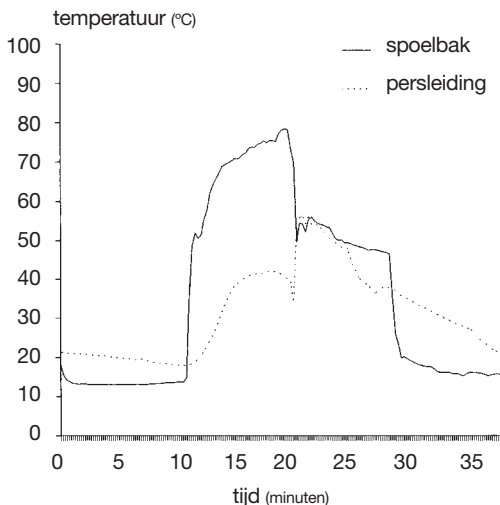
In de periode waarin lauw-warm is voorgespoeld, werd een geringe vervuiling van de meetelektroden in de melkproduktiemeters waargenomen. Met deze 'beginvervuiling' is rekening gehouden bij de visuele beoordeling van de melkleidinginstallatie gedurende de periode waarin koud werd voorgespoeld. Koud voorspoelen heeft voor Melkvee 2, in vergelijking met lauw-warm voorspoelen enige invloed op de vervuiling van de melkleidinginstallatie.

In de standaardperiode werd een gemiddeld CZV-gehalte gemeten van 42 mg O<sub>2</sub>/l. In 100 liter hoofdreinigingsoplossing komt dit overeen met circa 19 gram melk. In de proefperiode werd daarentegen gemiddeld een CZV-gehalte gemeten van ca. 70 mg O<sub>2</sub>/l. Dit komt overeen met 32 g melk in de hoofdreinigingsoplossing. Aanslag of

**Figuur 1** Temperatuurverloop reiniging bij een lauwwarme voorspoeling



**Figuur 2** Temperatuurverloop reiniging bij een koude voorspoeling



ophoping van vuil in de installatie is zowel tijdens de standaard- als in de proefperiode niet waargenomen.

### Temperatuur

Een daling van de temperatuur van het voorspoelwater kan van invloed zijn op de temperatuur van de melkleidinginstallatie voor aanvang van de hoofdreiniging.

In figuur 1 is het temperatuurverloop van het spoelwater, tijdens een standaard reiniging (lauwwarm voorspoelen), weergegeven.

In de uitgangssituatie en de proefperiode werd een zelfde begintemperatuur van de hoofdreinigingsoplossing gemeten. De eindtemperatuur van de oplossing na 5,5 minuten circuleren bedroeg in zowel de uitgangssituatie als de proefperiode 48°C. Een verlaging van de temperatuur van het voorspoelwater van 40°C naar 10°C had op Melkvee 2 geen invloed op de eindtemperatuur van de hoofdreiniging.

### Melkqualiteit

Van het tankmelkmonster dat wekelijks genomen werd, is het totaal kiemgetal, het thermoresistent kiemgetal, het aantal coli-achtigen en het aantal lactobacillen bepaald.

De kwaliteit van de melk bleef tijdens de proefperiode op hetzelfde niveau als die in de uitgangssituatie.

Het voorspoelen met koud water biedt perspectieven voor de toekomst. Uit de resultaten van het uitgevoerde onderzoek blijkt dat koud voor-

spoelen in de proefperiode leidde tot een verhoging van de melkvervuiling van de hoofdreinigingsoplossing. Deze verhoging komt echter niet tot uiting in een ophoping van vuil en de vorming van aanslag in de melkleidinginstallatie. Daarnaast verschilt de melkqualiteit niet van de situatie waarin standaard (lauw-warm) wordt voorgespoeld. Koud voorspoelen heeft op Melkvee 2 geen invloed op de eindtemperatuur van de hoofdreinigingsoplossing.

Een eindtemperatuur van de hoofdreinigingsoplossing van 40°C wordt in de melkveehouderij als geldende norm gehanteerd. Op Melkvee 2 wordt in de uitgangssituatie gemiddeld een eindtemperatuur gehaald van 48°C. Op basis van de geldende norm kan de reiniging van Melkvee 2 als niet-optimaal worden aangemerkt. Er wordt overmatig energie toegevoerd aan de hoofdreinigingsoplossing.

Voor een standaardreiniging is op Melkvee 2 per dag 23 kWh aan elektrische energie nodig, aangenomen dat per spoelgang 100 liter water wordt gebruikt. Voor een reiniging waarbij koud wordt voorgespoeld, is 16 kWh per dag nodig. Op deze wijze wordt een besparing aan elektrische energie, benodigd voor de reiniging van de melkleidinginstallatie, van 30 % behaald! Op Melkvee 2 veranderd reinigingstechnisch en melkqualiteits-technisch niets wanneer koud wordt voorgespoeld. Door de goede resultaten die zijn behaald met koud voorspoelen, zal Melkvee 2 de reiniging blijven uitvoeren met een koude voorspoeling.

# Goed afschot melkleiding geeft weinig restwater

H.J. Soede (PR)

**In elke melkleidinginstallatie blijft na reiniging water achter. Door het openen (al dan niet automatisch) van drainagekranen wordt een deel van dit restwater verwijderd. Het overige deel komt bij het melken in de melk en beïnvloedt het vriespunt. Daarnaast is een grote hoeveelheid restwater nadelig voor de reiniging. Op de proefbedrijven van de Waiboerhoeve en een ROC zijn metingen gedaan om de hoeveelheid restwater te bepalen.**

De grootste hoeveelheid restwater,  $\pm 75\%$ , blijft achter in de melkleiding. In de diverse onderdelen zoals melkstel, melkproduktiemeter of melkglas, blijft ongeveer  $15\%$  van de totale hoeveelheid restwater achter. De laatste  $10\%$  is terug te vinden in de luchtafscheider en de melkpomp mits deze is gedraineerd. Automatische drainage achter de melkpomp en een goed afschot van de melkleiding zijn de beste oplossingen om de hoeveelheid restwater te verkleinen.

Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van "reinen onder procesbewaking". Het project is mede gefinancierd door de NOVEM (Nederlandse Onderneming Voor Energie en Milieu), VEMI

(Vereniging van importeurs en fabrikanten van melkwinningsapparatuur) en het PZ (Produktschap Zuivel).

## Reiniging

Uit reinigingsproeven komt naar voren dat de hoeveelheid restwater in grote mate bepalend is voor een goede reiniging. Een kleine hoeveelheid restwater betekent dat er na het melken weinig melk achterblijft, en na elke spoelgang weinig vloeistof. Het voordeel van een kleine hoeveelheid restwater is minder versloop van melk of vloeistof tussen twee spoelgangen. Elke spoelgang wordt hierdoor beter benut.



*In een melkleiding met negatief afschot kan veel water achter blijven !*



**Tabel 1** Gemiddelde hoeveelheid restwater (l) van zeven melkleidinginstallaties gemeten op proefbedrijven

Installatie-onderdeel	1	2	3	variatie 3		T	variatie T	
Niet draineren	-	-	-	-	-	10	7	- 20
5 minuten draineren	0,45	0,25	2,3	0,2	- 3,2	3,0	1,3	- 5,5
10 uur draineren	0,2	0,1	0,9	0,1	- 1,1	1,2	0,4	- 2,6

1=Melkproduktiemeters of melkmeetglazen en melkstellen

2=Luchtafscheider, melkpomp en filter

3=Melkleiding

T=Totaal restwater in de installatie

- 1<sup>e</sup> De voorspoeling hoeft minder melk uit de installatie te spoelen.
- 2<sup>e</sup> In de hoofdreiniging zit minder voorspoelwater. Temperatuur van de oplossing en concentratie van het middel blijven hierdoor hoger (melk inactieveert het reinigingsmiddel).
- 3<sup>e</sup> De naspoeling hoeft minder reinigungsoplossing uit te spoelen. Hierdoor is de kans op residuen in de melk kleiner.

### Vriespunt

Elke liter water die in de melk terecht komt kost de veehouder minstens 14 cent. Dit komt vooral door de negatieve grondprijs van melk. Bij overschrijding van het quotum kan dit bedrag oplopen tot ongeveer 1 gulden. Watertoevoeging kost een doorsneebedrijf f 200,- tot f 1500,-. Bij secuur werken en een goede installatie is het risico van vriespuntkorting echter gering. Toevoegen van 4 l water bij een melkhoeveelheid van 650 kg met een origineel vriespunt van -0,520 °C geeft een vriespunt van -0,516 °C. Bij een productie van 325 kg en 4 l water is het vriespunt -0,510 °C. Bij dit vriespunt krijgt de veehouder een waarschuwing. Verdere verlaging van melkproductie of verhoging van de hoeveelheid restwater brengt het vriespunt al snel over de kortingsgrens van - 0,505 °C. Bedrijven met een lage melkproductie per keer en een in verhouding grote melkleidinginstallatie lopen een verhoogd risico.

### Waar en hoeveel

Op acht proefbedrijven zijn restwaterbepalingen gedaan. De bepaling is vijf minuten na het reinigen en vlak voor een melkbeurt uitgevoerd. De eerste meting geeft een grotere hoeveelheid dan de tweede wat logisch is. De resultaten na vijf minuten draineren zeggen iets over het versleep van vloeistof tussen twee spoelbeurten. Bij automatische drainage blijft er gemiddeld 3 l water achter. Het grootste deel 2,25 l (75 %) van deze hoeveelheid blijft achter in de melkleidingen.

Deze hoeveelheid is sterk afhankelijk van het afschot van de melkleiding. In installaties met een matig of zelfs plaatselijk negatief afschot, kan wel 3,2 l in de melkleiding achterblijven. In de diverse onderdelen zoals melkstellen, melkproduktiemeters of melkmeetglazen blijft 15 % water achter. De uitvoering en het afschot bepalen in grote mate hoeveel water er in blijft staan. De luchtafscheider, melkpomp en het filter bevatten het minste restwater **mits er gedraineerd wordt !** Bij gebruik van automatische drainage wordt er tussen elke spoelbeurt gedraineerd en kunnen de luchtafscheider en de persleiding leeglopen. Afhankelijk van lengte en afschot van de pers- en melkleiding kan hier 7 - 20 l achter blijven. Als er met de hand gedraineerd wordt gebeurt dit vrijwel altijd na en vlak voor het melken. Tussen de spoelbeurten kan er dus een vloeistofversleep zijn van 7 tot 20 l.

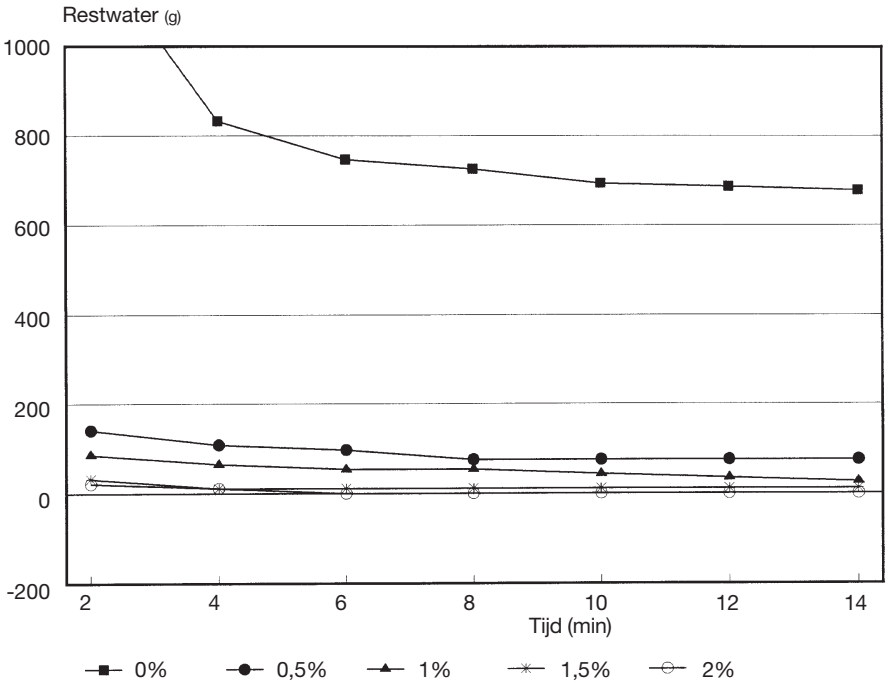
### Afschot van leidingen

Uit de voorgaande metingen komt naar voren dat in de melkleiding de grootste hoeveelheid restwater achterblijft. In een laboratoriumproef met drie verschillende leidingdiameters (Ø 38 mm, Ø 50 mm en Ø 75 mm) zijn metingen gedaan welk afschot het beste is. Uit figuur 1 blijkt dat de hoeveelheid restwater afneemt bij een groter afschot. De winst tussen een afschot van 1,5 % en 2 % is maar klein, de stap tussen geen afschot (0 %) en een 0,5 % is zeer groot. Dit geldt voor alle leidingdiameters, waarbij in de ruime leiding meer restwater achterblijft (tabel 2).

Voor een leiding op afschot heeft langer dan drie minuten draineren nauwelijks invloed.

Het droogzuigen door vacuüm geeft een versnelde afvoer van restwater. Bij de Ø 38 mm leiding is dit effect veel groter dan bij de Ø 75 mm leiding. In de ruime leiding gaat de lucht met minder kracht over het wateroppervlak. Bij een sterk positief afschot is het effect van luchtzuigen kleiner dan bij een minder positief afschot. Luchtzuigen

**Figuur 1** Hoeveelheid restwater (g) RVS melkleiding bij verschillend afschot % (lengte 6 m, Ø 50 mm)



bij een negatief afschot van leidingen heeft geen effect, het water blijft in de leiding achter. In een zes meter lange Ø 75 mm leiding die een negatief afschot van 0,5 % heeft blijft 5,1 l water achter. In een 12 meter lange leiding met hetzelfde afschot blijft niet de dubbele hoeveelheid achter maar wel vier keer zoveel! Een leiding die goed op afschot ligt maar bij de luchtafseparator omhoog loopt, kan zijn water niet goed afvoeren. De hele leiding tot en met de luchtafseparator moet daarom op afschot worden gelegd.

**Tenslotte**

Voor veel bedrijven geldt dat de melkleiding bij de bouw op afschot is gelegd. Door verzakking, belasting en beschadiging verandert het afschot. Verbetering van het afschot en het plaatsen van een automatische drainage geeft een betere reiniging en vermindert de kans op water in de melk. De melk moet rustig in de luchtafseparator lopen. Voor doorloopstallen wordt 1 % tot 1,5 % afschot geadviseerd, voor grupstallen 0,5 % tot 1 %.

**Tabel 2** Hoeveelheid restwater (l) na 10 minuten draineren van drie RVS melkleidingen, met en zonder vacuüm (lengte 6 m, 38, 50 en 75 mm Ø)

Leiding	38 mm		50 mm		75 mm	
	zonder	met	zonder	met	zonder	met
Afschot %						
- 0,75	3,65	3,65	5,8	5,8	8,85	8,85
- 0,5	2,25	2,25	3,4	3,4	5,1	5,1
- 0,25	1,1	1,1	1,85	1,85	2,7	2,7
0	0,385	0,09	0,69	0,38	0,995	0,73
+ 0,5	0,045	0,03	0,075	0,55	0,13	0,105
+ 1	0,025	-	0,045	-	0,04	-
+ 1,5	0,01	-	0,01	-	0,015	-

# Afvalwaterbeperking bij de melkwinning

*G.M.V.H. Wolters en J.T. Nuninga (PR)*

**Op de Regionale Onderzoek Centra (ROC's) worden demonstraties ingericht over de afvalwaterproblematiek in de melkveehouderij. Hierbij worden de mogelijkheden van optimalisatie van het verbruik van water, energie en chemie bij de reiniging onderzocht. Daarnaast worden diverse mogelijkheden van hergebruik van reinigingsvloeistof voor het schoonspuiten van de melkstal en het vervoederen van voerspoelwater aan het melkvee toegelicht en onderzocht.**

Het afvalwaterprobleem van melkwinningsapparatuur staat al geruime tijd in de belangstelling door het, sinds 1 juli 1992 ingevoerde Lozingenbesluit Bodembescherming en de al bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Om afvalwater te reduceren kan gedacht worden aan brongerichte maatregelen en hergebruik van spoelwater. Mogelijke oplossingsrichtingen worden onderzocht binnen het project reiniging van melkwinningsapparatuur. Dit door de NOVEM medegefinancierde project heeft tot doel een aanzienlijk lager verbruik van water, reinigingsmiddelen en energie te bewerkstelligen. Primaire eis hierbij is dat de melkqualiteit minimaal gelijk blijft.

De eerste resultaten vanuit dit project worden als onderzoeks- en/of demonstratieobjecten op de Regionale Onderzoek Centra gepresenteerd.

## **Optimalisatie van de reiniging**

Uit de eerste onderzoeken die zijn uitgevoerd om de reiniging van melkleidinginstallaties te optimaliseren, lijkt door verschillende maatregelen een aanzienlijke besparing van water (en dus afvalwater), energie en chemie mogelijk. Een drietal reinigingssystemen worden op de ROC's uitgetest, namelijk reiniging met water van de warmteterugwinning zonder doorverwarmen, beperkte tweede reiniging en doorschuifreiniging. Water van de warmteterugwinningsinstallatie wordt nu vaak voor de voerspoeling gebruikt en na doorverwarmen met een boiler voor de hoofdreiniging. Bij warmteterugwinningsinstallaties van het boiler-condensor type heeft het water een begintemperatuur van 55-60 °C. Om dit water voor de hoofdreiniging te gebruiken, zullen energieverliezen dus ingeperkt moeten worden. Dit kan worden bewerkstelligd door de vultijden van de spoelbak en de tijd tussen voerspoeling en

hoofdreiniging te minimaliseren. Dit kan door de dimensionering van leidingen e.d. te optimaliseren, of door een tweede spoelbak te gaan gebruiken. Ook wordt isolatie van leidingen en wasbak overwogen. Dit alles is nog duidelijk in de onderzoeksfase.

Bij de beperkte tweede reiniging wordt de melkleidinginstallatie 's avonds alleen voerspoeld met lauwwarm water. 's Ochtends wordt de installatie volledig gereinigd. Uit een oriënterend onderzoek op een vijftal praktijkbedrijven die reeds jaren eerste kwaliteit melk leverden, werden geen nadelige invloeden van deze werkwijze op de melkqualiteit vastgesteld. Duidelijk is dat een installatie goed moet zijn aangelegd, en dat de reiniging én de voerspoeling goed moeten worden uitgevoerd. Voordat dit systeem in de praktijk verder wordt geadviseerd, moeten de effecten van deze werkwijze op de melkqualiteit nog nader worden onderzocht.

Bij doorschuifreiniging voor de melkleidinginstallatie wordt al het water één keer voor elke spoelgang gebruikt voordat het wordt geloosd in de mestput. Er wordt schoon leidingwater voor de naspoeling gebruikt. Het naspoelwater van de vorige reinigingsbeurt wordt voor de hoofdreiniging gebruikt en de hoofdreinigingsoplossing van de vorige reinigingsbeurt wordt voor de voerspoeling gebruikt. Dit systeem is op één praktijkbedrijf uitgetest en met goed resultaat (praktijkonderzoek 93-1). Bij dit systeem is goede drainage zeer belangrijk.

## **Hergebruik van reinigingsvloeistof**

Bij hergebruik van reinigingsvloeistof moet onderscheid gemaakt worden tussen vloeistof afkomstig van de voerspoeling, hoofdreiniging en naspoeling. Door de melkresten in het voerspoelwater is deze vloeistof alleen nog geschikt om te

vervoederen aan het vee. Voor schoonspuiten van de melkstal is deze vloeistof minder geschikt. Hoofdreinigings- en naspoelvloeistof kunnen hergebruikt worden voor het schoonspuiten van de melkstal. Aanbevolen wordt deze vloeistof dan onder lage druk te verspuiten, onder andere vanwege eventuele gezondheidsrisico's (Praktijkonderzoek 92-5). Daarnaast moet worden voorkomen dat afvalwater van een zure spoeling wordt gemengd met afvalwater van de alkalische spoeling. Zeker in gevallen waar niet alleen hoofdreinigings- en naspoelvloeistof van de melkleidinginstallatie, maar óók van de melkkoeltank worden opgevangen in één opslagvat, neemt de kans op foutieve menging toe. Bij menging ontstaat mogelijk chloorgas, en dat is gevaarlijk voor de gezondheid en zeer corrosief. Het lijkt raadzaam om na het verspuiten van hoofdreinigingsoplossing de melkstal na te spuiten met schoon leidingwater, om ongewenste inwerking van de chemicaliën te voorkomen. Dit wordt nog in verder onderzoek uitgezocht.

In hoeverre zowel hoofdreinigings- als naspoelvloeistof voor het schoonspuiten van de melkstal interessant zijn, is afhankelijk van de bedrijfssituatie. Sommige bedrijven zullen alleen aan het naspoelwater voldoende hebben om de stal schoon te spuiten. Naspoelwater alleen kan wél onder

hoge druk verspoten worden. Om één en ander beter uit te zoeken, wordt binnenkort gestart met een onderzoek waarbij op praktijkbedrijven het waterverbruik en de gebruikte reinigingsmethodiek in de melkstal zal worden geïnventariseerd. Getracht zal worden aan te geven hoe met zo weinig mogelijk water de melkstal gereinigd kan worden.

Vaak moeten nogal wat extra voorzieningen worden getroffen om het afvalwater van de reiniging van de melktank ook te kunnen opvangen en hergebruiken. Afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden, zoals afvoermogelijkheid, opslagcapaciteit, en mogelijkheid om dit water goed te benutten is dit op sommige bedrijven toch een aantrekkelijke optie.

Op alle ROC's wordt hergebruik van spoelvloeistof in verschillende vormen toegepast, om aan te geven dat er verschillende vormen van hergebruik zijn, afhankelijk van de bedrijfssituatie. Hierbij kan worden opgemerkt dat op deze bedrijven het waterverbruik voor het schoonspuiten van de melkstal niet geheel representatief is voor de Nederlandse veehouderij. Om dagelijks bezoekers te kunnen ontvangen, worden wat betreft de reinheid van de melkstal extra eisen gesteld.



*Het is belangrijk dat de hoofdreinigingsoplossing onder lage druk wordt verspoten.*

## **ROC Bosma Zathe**

Op dit bedrijf wordt een beperkte tweede reiniging van de melkleidinginstallatie uitgevoerd. In hoeverre de installatie en reiniging hiervoor geschikt is wordt uitgetest. Om een betere voorspoeling te bewerkstelligen, werd de circulatievoorspoeling vervangen door een verdringingsvoorspoeling.

De hoofdreinigungsoplossing van melkleidinginstallatie en melkkoeltank worden opgevangen in een gesloten vat van 300 liter met een ontluchtingspijp. Op de dag dat de melkkoeltank met zuur wordt gereinigd, wordt ook de melkleidinginstallatie met zuur gereinigd, zodat vermenging van loog en zuur wordt voorkomen. Het naspoelwater van melkleidinginstallatie en melkkoeltank wordt in een tweede vat van 300 liter opgeslagen. 's Avonds wordt de melkstal gereinigd met de hoofdreinigungsoplossing onder lage druk. Als het vat leeg is, wordt overgeschakeld op het naspoelwater, dat onder hoge druk wordt verspoten. 's Ochtends wordt met het restant naspoelwater, aangevuld met schoon leidingwater, de melkstal met een hoge drukspuit gereinigd.

## **ROC Aver Heino**

Ook op Aver Heino wordt een beperkte tweede reiniging van de melkleidinginstallatie uitgetest. Om de reiniging te optimaliseren, werd de persleiding voorzien van een vacuüm gestuurde drain. De voorspoeling is een verdringingsspoeling.

Het voorspoelwater en het tweede gedeelte van het naspoelwater van melkleidinginstallatie en melkkoeltank wordt vervoerd aan het jongvee middels een aparte drinkwaterbak in de ligboxenstal. In hoeverre dit door het melkvee wordt opgenomen, en of de drinkbak vervuult, zal hierbij onderzocht worden.

De hoofdreinigingsvloeistof en het eerste gedeelte van het naspoelwater van de melkleidinginstallatie en melkkoeltank wordt met behulp van een

lage-druksysteem voor de reiniging van de melkstal gebruikt.

## **Overige ROC's**

Op ROC Zegveld en De Marke wordt het gebruik van warmteterugwinningwater zonder doorverwarmen verder geoptimaliseerd. Besprekingen zijn gaande over de uitvoering. Op ROC Cranendonck wordt binnenkort de doorschuifreiniger geïnstalleerd.

Op ROC Zegveld en De Marke wordt het voorspoelwater van de melkleidinginstallatie afgevoerd naar de centrale vlotterbak voor drinkwater van het vee in de ligboxenstal. Op Zegveld wordt hoofdreinigungs- en naspoelwater van de melkleidinginstallatie met een lage-druksysteem voor de reiniging van de melkstal gebruikt. Op De Marke is dit alleen het naspoelwater, met een hoge drukspuit. Hier wordt de hoofdreinigungsoplossing geloosd op het riool.

Of het rendabel is op deze twee bedrijven om de reinigingsvloeistof van de melkkoeltank op te vangen en her te gebruiken, wordt nog bekeken. Eén en ander is afhankelijk van de waterbehoefte, opslagcapaciteit en kosten voor aanschaf van apparatuur.

## **Verdere informatie op de ROC's**

Op de onderzoekcentra worden bovenstaande zaken verder gedemonstreerd. Ook financiële onderbouwing van de systemen, met besparingsmogelijkheden en kosten zijn duidelijk aangegeven. Wat voor de individuele melkveehouder de gunstigste oplossing is, is afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden. Duidelijk is wel, dat opslag- en afvoermogelijkheden en kosten hierin een belangrijke rol spelen.

Daarnaast wordt het onderzoek voortgezet naar systemen om het gebruik van water, energie en chemie te optimaliseren. Hierin spelen de proefboerderijen op de Waiboerhoeve een belangrijke rol.

# Vervoederen van voorspoelwater niet zonder risico's

*G.H. Klungel, J.A.M. Boerekamp en H.J. Soede (PR)*

Afvalwater afkomstig van de reiniging van melkleidinginstallaties wordt vaak geloosd in de mestput of op het riool. Gebruik van hoofdreinigings- en naspoelwater als doorschuif- of voorraadreiniging en hergebruik van reinigingswater voor schoonmaakdoeleinden komt in de praktijk al veel voor. Voorspoelwater kan zo niet worden hergebruikt vanwege het gehalte aan melkresten. Door het vervoederen van dit water kan verdere beperking van het afvalwater op melkveehouderijbedrijven gerealiseerd worden. Op drie proefbedrijven is gekeken naar de kwaliteit van het drinkwater, wanneer voorspoelwater wordt vervoerd. Ook is gelet op de vervuiling van leidingen en het vrijkomen van stank. Twee proefbedrijven zullen dit systeem blijven toepassen.

## **Voorspoelwater varieert in vervuilingsgraad**

Het water dat vrijkomt na de voorspoeling bevat een zekere hoeveelheid melkresten. Hierdoor is het niet geschikt voor hergebruik als voorraadreiniging, doorschuifreiniging of het schoonspuiten van de melkstal. Uit eerder onderzoek bleek een besparing tot 50 % mogelijk als wordt voorgespoeld in kolommen of bij een verhoogd vacuumniveau (50 - 60 kPa). Maar wat te doen met de resterende hoeveelheid? De vervuilingsgraad van 1 liter melk bedraagt 1,65 inwoner equivalenten

(i.e.). Woonhuizen worden aangeslagen voor 3 i.e.'s. Veehouderijbedrijven aangesloten op de riolering, worden aangeslagen voor twee keer 3 i.e.'s.

De variatie in vervuilingsswaarde van het voorspoelwater tussen bedrijven is groot. Deze variatie is afhankelijk van bedrijfskenmerken zoals de omvang en aanleg van de installatie, maar heeft vooral te maken met de zorgvuldigheid van de melker. Wordt de restmelk na het melken afgevoerd naar de tank, of blijft deze achter in de lei-



*Voorspoelwater wordt niet gemeden.*



**Tabel 1** Grenswaarden voor de beoordeling van de drinkwaterkwaliteit voor rundvee

Kenmerk	Kwalificatie van het drinkwater	
	Geschikt	Ongeschikt
Totaal kiemgetal (kve/ml)	< 100.000	> 100.000
KMnO <sub>4</sub> -getal (mg/l)	< 50	> 200
Faecale streptococci (kve/l)	< 100	> 100

ding? Het afschot van de melkleiding speelt hierbij ook een belangrijke rol. Door de hoogte van de vervuilingsgraad van voerspoelwater, is dit in eerste instantie alleen geschikt voor lozing in de mestput of op het riool. Het vervoederen van dit water aan vee is een reële mogelijkheid, omdat het zowel bespaart op de hoeveelheid drinkwater als afvalwater.

### Drinkwater

De kwaliteit van geschikt drinkwater voor rundvee, wordt door een groot aantal factoren bepaald. Naast fysieke kenmerken zoals de aanwezigheid van drijvende stoffen, smaak en geur wordt de kwaliteit ook bepaald door de aanwezigheid van organische verontreinigingen, waaronder eiwitten en vetten.

Op de ROC's Zegveld en Aver Heino en op De Marke is gedurende anderhalf jaar voerspoelwater met melkresten vervoederd aan het vee. Er zijn regelmatig een watermonsters genomen uit de drinkbak voor het vee. Van deze monsters is het kiemgetal bepaald en het aantal faecale streptococci. De aanwezigheid van faecale streptococci duidt op vervuiling met mest.

Tevens is het kaliumpermanganaat-getal (KMnO<sub>4</sub>) van de watermonsters bepaald.

Dit getal is een maat voor de hoeveelheid organische stof in de oplossing. Dit kan naast melk ook mest of (ruw)voer zijn, wat aanleiding kan zijn tot bederf van het drinkwater.

Kwalificatie van het voerspoelwater als drinkwater heeft plaatsgevonden aan de hand van de normen uit tabel 1.

Bij een KMnO<sub>4</sub>-getal tussen 50 en 200 mg per liter, dan is water, op grond van dit kenmerk, minder geschikt als drinkwater.

### ROC Zegveld

Op ROC Zegveld wordt het voerspoelwater geloosd in de centrale vlotterbak die in verbinding staat met de drinkbakken voor het vee. Dagelijks wordt 120 liter voerspoelwater vervoederd. Als de melktank wordt gereinigd wordt 60 liter extra

geloosd in de centrale vlotterbak. Naast het voerspoelwater wordt ook een gedeelte van het naspoelwater gebruikt om te vervoederen. Met dit relatief schone water worden eventuele melkresten in de drinkwaterleidingen van het systeem weggespoeld.

Omdat de hoeveelheid te vervoederen voerspoelwater maar een fractie is van de drinkwaterbehoefte van het vee, wordt slootwater gebruikt ter aanvulling van de watervoorraad. Dit slootwater wordt uit een stromende sloot opgepompt. Wanneer slootwater wordt vervoederd is het erg belangrijk dat relatief schoon en helder water wordt gebruikt. Stilstaand slootwater is daarom niet geschikt.

Uit de analyseresultaten van het drinkwater blijkt dat de kwaliteit net niet voldoet aan de normen uit tabel 1. Het kiemgetal en KMnO<sub>4</sub>-getal bevinden zich steeds boven de norm of net daaronder. Hierbij moet een kanttekening worden geplaatst. Het KMnO<sub>4</sub>-getal van slootwater ligt van nature op een niveau dat als minder geschikt moet worden aangemerkt om te gebruiken als drinkwater voor rundvee. Omdat slootwater wordt gebruikt ter aanvulling op het voerspoelwater, bevindt zich het KMnO<sub>4</sub>-getal van het drinkwater vaak boven de norm, waardoor de waterkwaliteit als minder geschikt mag worden aangemerkt. Toch is dit geen belemmering om voerspoelwater te vervoederen aan het vee.

ROC Zegveld is zeer tevreden over de wijze waarop voerspoelwater wordt hergebruikt. In de maanden september tot en met mei wordt voerspoelwater geloosd in de vlotterbak. De koeien zijn dan veel in de stal aanwezig en drinken voldoende water uit de drinkbakken om bederf van melkresten en daardoor stankoverlast, te vermijden. In de maanden juni tot en met augustus zijn de koeien het grootste gedeelte van de dag niet in de stal. Gedurende deze periode wordt het voerspoelwater geloosd in de mestput.

Uit ervaringen van ROC Zegveld is gebleken dat in deze periode te weinig voerspoelwater wordt gedronken en dat hierdoor bederf van melkres-

ten optreedt met als gevolg het vrijkomen van stank. ROC Zegveld gaat na afloop van de proef door met het vervoederen van voorspoelwater.

### **ROC Aver Heino**

Elke dag wordt 130 liter water, afkomstig van de voorspoeling, geloosd in één van de drinkbakken in de stal. De drinkbakken staan via drinkwaterleidingen met elkaar in contact. Hierdoor bevindt zich relatief het meeste voorspoelwater in deze drinkbak. Omdat in de beginperiode van de proef melkresten bedorven en verstoppingen en stank veroorzaakten, werd de voorspoeling enigszins aangepast. De melkleiding wordt met 10 liter water doorgespoeld waarna dit handmatig wordt opgevangen. Hierdoor komen minder melkresten in het drinkwatersysteem waardoor minder snel bederf van melkresten optreedt.

Het water wat vrijkomt bij de voorspoeling van de melktank (150 liter), wordt eveneens geloosd in de drinkbak. Aanvulling van het drinkwater vindt plaats met leidingwater.

De kwaliteit van het drinkwater verschilt weinig met die van ROC Zegveld. Een lager  $\text{KMnO}_4$ -getal op ROC Aver Heino is verklaarbaar omdat hier geen slootwater wordt gebruikt ter aanvulling van het drinkwater.

De groepsindeling in de stal van ROC Aver Heino heeft er toe geleid dat de drinkbak, waarin relatief het meeste voorspoelwater aanwezig is, niet door de koeien gemeden kan worden. In deze groep is het de enige drinkbak. Het is daarom moeilijk om uitspraken te doen omtrent de voorkeur van koeien voor voorspoelwater of leidingwater.

Ook ROC Aver Heino is tevreden over het systeem. Toch moeten hierbij kanttekeningen worden gemaakt. De eerste tien liter voorspoelwater moet handmatig uit de melkleidinginstallatie worden verwijderd. De reinigungsautomaat zou op die wijze moeten worden afgesteld dat deze handeling automatisch verloopt. Een tweede aandachtspunt is het feit dat de koeien in de weideperiode minder vaak in de stal zijn. Omdat de koeien deze zomer, door bedrijfsmatige problemen in die periode relatief vaak in de stal waren, zijn weinig problemen opgetreden omtrent het bederf van melkresten in het water. Het komende seizoen zal het voorspoelwater, gedurende een aantal maanden in de weideperiode, waarschijnlijk worden geloosd in de mestput.

### **De Marke**

Na een melkmaal of tankreiniging wordt het voor-

spoelwater geloosd in de centrale vlotterbak, die in verbinding staat met de drinkbakken voor het vee. In de beginperiode van de proef kwamen problemen voor die werden veroorzaakt door melkresten in het drinkwatersysteem. Om de melkvervuiling van het voorspoelwater te reduceren, is de voorspoeling zo aangepast dat de uitspoeling van melkresten uit de installatie efficiënter verloopt en hiervoor minder water nodig is. Daarnaast wordt de eerste 15 liter voorspoelwater, met relatief veel melkresten, middels de reinigungsautomaat automatisch geloosd in de mestput. Door deze aanpassingen is de hoeveelheid melkvervuiling in het drinkwatersysteem sterk verminderd.

Elke dag wordt 180 liter voorspoelwater geloosd in de centrale vlotterbak. Wanneer de melktank wordt gereinigd wordt 60 liter voorspoelwater extra geloosd.

De naspoeling van de melktank vindt plaats in twee spoelgangen. Het water van de eerste spoelgang wordt gebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal, terwijl het water van de tweede spoelgang wordt geloosd in de centrale vlotterbak om zo aanwezig vuil in het drinkwatersysteem weg te spoelen. De resterende hoeveelheid drinkwater wordt met leidingwater aangevuld.

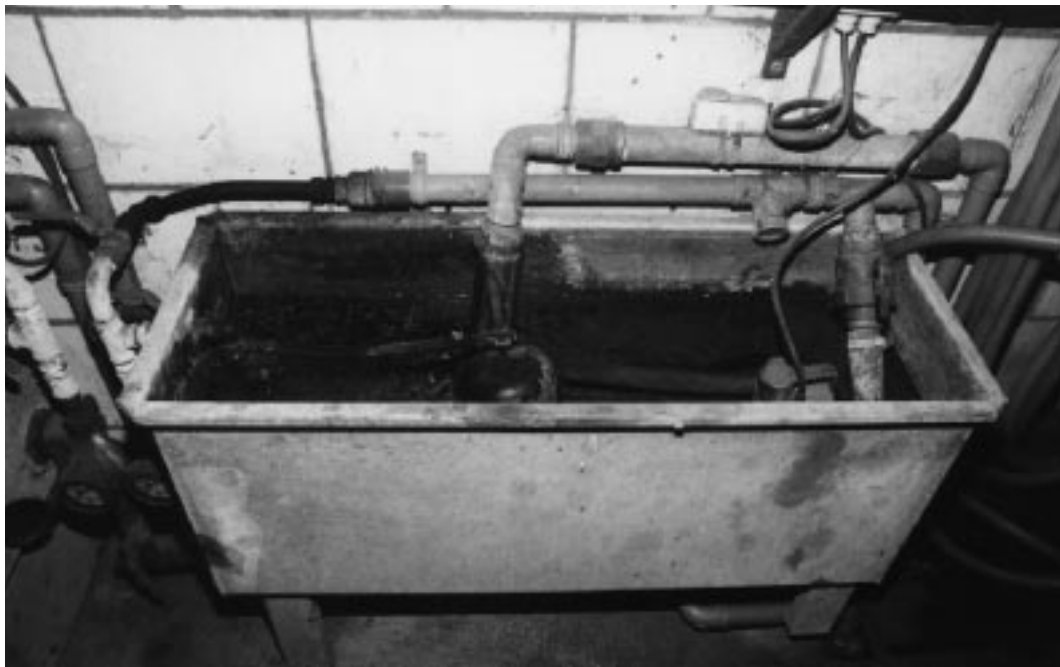
Omdat de drinkbakken worden gevuld middels een ringleiding, bevindt zich relatief het meeste voorspoelwater in de eerste bak van het systeem. De kwaliteit van het drinkwater voldoet op De Marke nagenoeg altijd aan de norm en het vee heeft geen voorkeur voor een bepaalde drinkbak. Toch wil De Marke het voorspoelwater in de toekomst vervoederen middels een drinkbak die niet is aangesloten op het centrale vlottersysteem.

De afwijkende geur van het voorspoelwater en het verstopping van de drinkwaterleiding met melkresten zijn hiervoor de redenen. Bij eventuele problemen, zoals stank of een overmatige hoeveelheid drijvende stoffen, kan de bak gemakkelijk geleegd, schoongemaakt en opnieuw gevuld worden.

### **Vervoederen voorspoelwater afhankelijk van veehouder**

Het vervoederen van voorspoelwater aan het vee is, afgezien van mogelijke vervuilingproblemen, een manier om verdergaande waterbesparing te bereiken.

Het is moeilijk om aan te geven hoe een bedrijf het voorspoelwater het beste kan aanbieden aan het vee. De hoeveelheid voorspoelwater, de ver-



*Voorspoelwater wordt geloosd in de centrale vlotterbak en gaat daar vandaan naar de drinkbakken in de stal.*

dunning met ander water en de vorm en lengte van het drinkwatercircuit zijn factoren die per bedrijf verschillen. Daarnaast bestaat de kans dat, door rotting van melkresten, stank tot overlast kan zijn voor de veehouder.

Voorspoelwater kan ook handmatig worden gevoerd aan het vee. Het is goed mogelijk om de eerste liters voorspoelwater op te vangen in emmers en dit te gebruiken om bijvoorbeeld aan de kalveren te voeren. In de praktijk komt deze wijze van voederen vaak voor.

Door een beperking van het voorspoelwater, door bijvoorbeeld het optimaliseren van de voorspoeling en door het lozen van de eerste liters voorspoelwater (met relatief veel melkresten), wordt bereikt dat minder melkresten in het drinkwatersysteem komen. Het gevolg hiervan kan een verbetering van de drinkwaterkwaliteit zijn en een afname van eventuele stank.

Een factor die een grote rol speelt bij de vraag om voorspoelwater te voederen en op welke wijze, is de voorkeur van de veehouder. In hoeverre is drinkwater van een mindere kwaliteit een bezwaar voor de veehouder? Kan relatief gemakkelijk en goedkoop voorspoelwater worden gevoerd? Uit de ervaringen van de proefbedrij-

ven blijkt dat het vervoederen van voorspoelwater perspectieven biedt. Het lozen van de eerste liters voorspoelwater in de mestput draagt bij tot het voorkomen van verstoppingen van leidingen en stank. Daarnaast blijkt dat, wanneer het vee relatief weinig drinkt uit de bakken in de stal, het voorspoelwater het best geloosd kan worden in de mestput. Verstoppingen en stank door bederf van melkresten wordt zo voorkomen. In de periode dat het vee in de stal is, wordt het voorspoelwater opgedronken.

De behoefte van koeien in een produktiestadium van 20 tot 40 kg melk per dag, bedraagt 70 tot 170 liter water per koe per dag. Eén hoogproductieve koe is voldoende om het voorspoelwater te gebruiken als drinkwater!

Op de drie proefbedrijven is nauwelijks aandacht besteed aan de reiniging van het drinkwatersysteem. Het is gebleken dat toch sprake is van ophoping van melkresten in de leidingen. Op de lange duur zal dit tot problemen leiden. Het is daarom noodzakelijk om, wanneer voorspoelwater wordt gevoerd met het drinkwatersysteem, het systeem regelmatig te inspecteren en te onderhouden om zo problemen door melkresten te voorkomen.

# Veiligheid verspuiten reinigingsvloeistof in de melk-stal

*J.G.P. Verheij (PR)*

**Eén van de manieren om het waterverbruik te beperken is het schoonspuiten van de melkstal met de reinigingsvloeistof die is gebruikt voor de inwendige reiniging van de melkwinningsapparatuur. Daarbij wordt de vraag gesteld of dit toelaatbaar is voor de persoonlijke veiligheid van de melker. Een gevaar kan nl. zijn, dat bij het schoonspuiten een nevel ontstaat van de gebruikte vloeistof. Het inademen van deze nevel met daarin aanwezige reinigings- en desinfectiemiddelen kan in principe gevaarlijk zijn voor de gezondheid.**

De meest gebruikelijke situatie in Nederland is, dat met een gecombineerd middel wordt gereinigd. Hierin komen stoffen voor die gevaarlijk zouden kunnen zijn, met name loog en chloorbleekloog.

## **Loog**

De concentratie van loog kan geschat worden uit het gebruiksvoorschrift en de procesvoering. Tijdens de reiniging wordt gewoonlijk 0,5% gedoseerd van een middel, dat ongeveer 12% loog bevat (natronloog of kaliloog). De beginconcentratie is dus circa 0,06%, maar door verdunning met naspoelwater daalt deze tot ca. 0,03%. De toegelaten concentraties voor een werkomgeving zijn vastgelegd in normen in de vorm van MAC-waarden. Deze bedragen voor natron- en kaliloog 2 mg/m<sup>3</sup> lucht. Dit geldt voor langdurige blootstelling; voor korte periodes mag de grenswaarde verdubbeld worden. De vraag is vervolgens, hoeveel reinigingsvloeistof in druppeltjes in de vorm van 'mist' aanwezig is in de melkstal. Hiervoor geeft het KNMI aan, dat mist bij deze hogere temperaturen al gauw 10 gram vloeibaar water bevat per m<sup>3</sup>. Bij het verspuiten gaat het om onstabiele grove mist, waarbij aanzienlijk hogere watergehaltes te verwachten zijn (meer dan 50 gram/m<sup>3</sup>). Maar reeds bij 10 gram water per m<sup>3</sup> zit er al 3 milligram loog in de lucht per m<sup>3</sup>, dus dan is de MAC-waarde al bereikt. Op grond van de loogopname is het verspuiten op deze manier dus al niet toelaatbaar.

## **Chloor**

Voor chloorbleekloog is een soortgelijke berekening niet te maken want hier is geen MAC-waarde bekend. De uitgangsconcentratie bedraagt doorgaans 150 ppm, na verdunning met spoel-

water dus ca. 75 ppm. In feite zal de concentratie lager zijn, omdat een deel van het chloor onwerkzaam is geworden door de desinfecterende werking.

## **Zuur: niet mengen!!**

De MAC-waarde voor zuur ligt op 25 mg/m<sup>3</sup>, en deze waarde kan eventueel worden overschreden bij deze vorm van hergebruik. Toch moet het verspuiten van zuur vooral om een andere reden afgewezen worden. Bij vermenging van loog en zuur ontstaat chloorgas, dat zeer gevaarlijk is voor de mens. Daarom verdient het aanbeveling, om bij deze vorm van hergebruik het zure middel niet opnieuw te gebruiken, teneinde vermenging met loog te voorkomen.

**Praktische aanbeveling:** spuiten zonder nevel. Zodra er 'mist' ontstaat, die ingeademd kan worden, dan blijkt uit het voorgaande, dat de toegelaten veilige normen worden overschreden. Daarom kan de volgende praktische aanbeveling worden gegeven.

Het verspuiten van gebruikte reinigingsvloeistof waarin een gecombineerd reinigingsmiddel is gebruikt, is niet veilig indien daarbij een zichtbare mist ontstaat, die door de melker kan worden ingeademd.

Dit betekent, dat een spuitsysteem toegepast moet worden, dat geen mist vormt. Een lage druk spuit zal doorgaans probleemloos zijn. Bij gebruik van een hoge druk spuit ontstaat meestal wel mist, tenzij de spuitmond zodanig is aangepast dat in combinatie met de toegestane druk geen mist ontstaat.

# Beperkte tweede reiniging kan risico vormen voor melkwaliteit

J.A.M. Boerekamp en G.M.V.H. Wolters (PR)

Bij het reinigen van de melkleidinginstallatie is een beperkte tweede reiniging een mogelijkheid om de hoeveelheid afvalwater te verminderen. Hierbij wordt de installatie 's morgens na het melken volledig gereinigd en 's avonds alleen met lauwwarm water voorgespoeld. Dit betekent dat 's avonds 30 % van de hoeveelheid water van een volledig uitgevoerde reiniging wordt gebruikt. Op enkele bedrijven, die al jarenlang eerste klas melk leveren, is de melkwaliteit gevolgd na overschakelen op beperkte tweede reiniging. Bij een goed aangelegde installatie en een juist uitgevoerde reiniging lijkt beperkte tweede reiniging mogelijk, maar kan zelfs dan op een enkel bedrijf toch voor problemen zorgen.

Daarnaast zijn proeven gedaan op de Waiboerhoeve. Deze hebben laten zien dat vooral delen in de melkleidinginstallatie van rubber en/of met veel overgangen (o.a. rubber-roestvast staal) een bron van besmetting kunnen vormen. Ze zijn minder goed te reinigen en vormen daardoor sneller een risico voor de melkwaliteit. Om afvalwater te reduceren zijn er legio mogelijkheden die minder risico's geven dan beperkte tweede reiniging, zoals onder andere hergebruik van water voor het schoonspuiten van de melkstal en optimaliseren van de reiniging.

## Praktijkbedrijven

In de winter van 1990 en de zomer van 1991 zijn zes melkveebedrijven gevolgd bij het overschakelen naar een beperking van de tweede reiniging. Voor en na de proefperiode van twaalf weken was er steeds een controleperiode van zes weken, waarin de installatie twee keer per dag volledig werd gereinigd. Enkele bijzonderheden van de melkleidinginstallatie van de bedrijven

staan in tabel 1.

Op alle bedrijven werd met lauwwarm water (30 - 60 °C) voorgespoeld en met koud water nagespoeld. Er was een sterke variatie in uitvoering van de hoofdreiniging. De begintemperatuur varieerde van 55 tot 80 °C, de eindtemperatuur van 28 tot 46 °C. De circulatietijd varieerde van 5 tot 12 minuten. Dit geeft al aan dat tussen bedrijven zeer verschillend is gewerkt. Een overzicht van de hoofdreiniging op de praktijkbedrijven staat in tabel 2.

## Controle reiniging

De installaties van de bedrijven zijn wekelijks visueel onderzocht op schoon zijn. Op de bedrijven 1 t/m 5 werd gedurende de hele periode geen aanslag gevonden. Op bedrijf 6 hadden de melkproduktiemeters in de proefperiode al na één week een duidelijk vettige binnenkant. Na drie weken werd een witte, harde aanslag in de melkproduktiemeters gevonden. Deze aanslag nam duidelijk toe in de proefperiode. Na tien we-

**Tabel 1** Beschrijving melkleidinginstallaties praktijkbedrijven

Bedrijf	Melkleiding (h/l) <sup>1</sup>	Diameter (mm)	Aantal melk- stellen	Melk- meters (p/g) <sup>2</sup>	Aantal lucht- injectoren	Bijzonderheden
1	l	38	10	g	2	2x voorspoelen grupstal met weidetank
2	h	38	4	-	2	
3	l	75	12	p	1	
4	l	38	12	g	0	
5	h	38	4	-	0	grupstal
6	l	50	6	p	1	

<sup>1</sup> h/l hoogliggende/laagliggende melkleiding

<sup>2</sup> p/g melkproduktiemeters/melkmeetglazen

**Tabel 2** Overzicht hoofdreiniging melkleidinginstallatie praktijkbedrijven (éénmalige meting winter 1991)

Bedrijf	Hoeveelheid water (l)	Temperatuur begin (°C)	Temperatuur eind (°C)	Circulatie-tijd (min)	Bijzonderheden
1	70	68	42	5	handmatige reiniging
2	80	80	-	7	
3	90	66	46	11	
4	60	59	28	12	handmatige reiniging
5	35	80	45	6	
6	60	55	36	10	

ken werd de proef op dit bedrijf voortijdig gestaakt. In de rest van de installatie was geen aanslag zichtbaar. In de tweede proefperiode werd de proef op bedrijf 6 al na vier weken gestaakt vanwege dezelfde aanslagvorming als in de eerste proefperiode. Deze aanslag is waarschijnlijk te wijten aan de lage eindtemperatuur en/of aan een andere waterkwaliteit in combinatie met melkproduktimeters. Er wordt op dit bedrijf gebruik gemaakt van water van de warmtepomp dat niet meer wordt doorverwarmd. Op dagen dat de melktank wordt gereinigd, is er dan niet altijd voldoende warm water beschikbaar, waardoor de eindtemperatuur nog lager wordt. Op bedrijf 4 is de eindtemperatuur lager dan op bedrijf 6 en daar gaat het wel goed. Dit bedrijf heeft echter geen melkproduktimeters.

### Melkkwaliteit

Op alle bedrijven is wekelijks een melkmonster onderzocht op kiemgetal. Toetsing van de resultaten van de bedrijven 1 t/m 5 gaf geen verschil tussen normale en beperkte tweede reiniging. Het gemiddelde kiemgetal bleef gedurende alle perioden op eenzelfde niveau. De spreiding in kiemgetallen was in de proefperiode in de zomer wel hoger dan in de andere perioden. Op deze bedrijven zou een beperking van de tweede reinigingsbeurt in de winterperiode uitgevoerd kunnen worden zonder gevaar voor de melkkwaliteit. In de zomer is de kans op uitschieters groter. Op bedrijf 6 is het verloop van de kiemgetallen in de tijd zeer wisselend, waarbij de grens voor kwaliteitskorting soms werd benaderd. Naast het kiemgetal zijn nog enkele specifieke bacteriesoorten onderzocht, onder andere lactobacillen, coli-achtigen en thermoresistenten. Op geen enkel bedrijf zijn verschillen gevonden tussen controle- en proefperiode.

Uit dit onderzoek is gebleken dat op deze praktijkbedrijven, die al jaren eerste klas melk leveren, beperkte tweede reiniging mogelijk is, maar dat het op een enkel bedrijf toch fout kan gaan. Be-

perkte tweede reiniging is een goedkope manier om het afvalwater op het bedrijf te reduceren, maar er kleven wel risico's aan.

Reduceren van afvalwater is ook mogelijk door de reiniging te optimaliseren of water te hergebruiken voor het schoonspuiten van de melkstal. Op die manier loopt men minder gevaar voor een minder goede melkkwaliteit en wordt toch de hoeveelheid afvalwater gereduceerd.

### Proefbedrijven

Naast deze praktijkbedrijven zijn de Regionale Onderzoek Centra Aver Heino en Bosma Zathe vanaf 1993 een beperkte tweede reiniging gaan uitvoeren. Op Aver Heino gaat dit zonder problemen.



*Verbindingen (rubber-roestvast staal) kunnen een bron van besmetting zijn.*



**Tabel 3** Kiemgetal in spoelmonsters (x 1000 kve/ml) van een installatie die op verschillende manieren is gespoeld

	Melkleiding	Melkstellen
Standaardreiniging	25	59
Voorspoelen	25	140
Niet spoelen	840	860

Bosma Zathe is in het najaar van 1993 gestopt met beperkte tweede reiniging. Naast aanslag in melkmeters en melkleiding waren er regelmatig te hoge kiemgetallen in de melk. De rubber afsluiter in de lange melkslang was erg slecht en vervuild. Bij controle bleek de reiniging niet goed te functioneren. Naast de slechte voorspoeling was ook de dosering van het reinigingsmiddel te laag. Wat nu de exacte oorzaak van de aanslag en hoge kiemgetallen is geweest is niet duidelijk. Het kan een combinatie van voorspoeling, dosering en slecht rubber geweest zijn.

Er is niet meer opnieuw begonnen met beperkte tweede reiniging op Bosma Zathe, omdat het water van de reiniging helemaal gebruikt kan worden voor het schoonspuiten van de melkstal. Aan de hoeveelheid water die vrij komt bij de standaardreiniging komt men nog tekort, zodat nog extra leidingwater wordt gebruikt voor het schoonspuiten van de stal. Beperkte tweede reiniging heeft hier als waterbesparing dan ook weinig zin, maar kan wel zorgen voor minder goede melk.

### Gestandaardiseerde proef

Om de mogelijkheden van beperkte tweede reiniging beter te kunnen inschatten is onderzoek gedaan naar het effect van de temperatuur op mogelijke bacteriegroei in de installatie. Bij beperkte tweede reiniging wordt 's avonds alleen voorgespoeld. De verwachting is dat na alleen voorspoelen meer bacteriën achterblijven in de installatie.

De proeven zijn uitgevoerd in een proefopstelling op de Waiboerhoeve. De gebruikte 2 x 3 stands open tandemmelkstal heeft een 50 mm roestvaststalen melkleiding. Het systeem heeft twee glazen spoelleidingen van 38 mm. Daarnaast zit er een roestvaststalen spoelleiding direct op de melkleiding naast de luchtafscheider. Per keer is de melkleiding op een uniforme manier vervuild met koewarme melk. Er zijn drie behandelingen uitgevoerd: niet spoelen, voorspoelen en reinigen. Na de behandeling is de melkstal 15 uur op 20 °C gehouden.

Na 15 uur zijn van de installatie spoelmonsters

genomen om een indruk te krijgen van het aantal bacteriën in de installatie. De steriele spoelvloeistof bestaat uit water en melk in de verhouding 6:1. De spoelvloeistof heeft eerst vijf minuten door de melkleiding gecirculeerd (spoelmonster melkleiding). Vervolgens heeft dezelfde oplossing nog eens vijf minuten door de gehele installatie gecirculeerd (spoelmonster melkstellen). De spoelmonsters zijn geanalyseerd op kiemgetal, lactobacillen en coli-achtigen (tabel 3).

Bacteriegroei in een melkleiding vindt vooral plaats als er na het melken niets wordt gedaan. Dit is ook te verwachten omdat bij niet spoelen veel melkresten in de installatie achterblijven. Bacteriën kunnen hierin uitgroeien.

Wordt de melkleiding goed voorgespoeld met ruim, lauwwarm water, dan worden kiemgetallen gevonden vergelijkbaar met een melkleiding die standaard gereinigd is. Bij de melkstellen is alleen voorspoelen duidelijk slechter dan reinigen. Deze effecten worden ook gevonden voor aantallen lactobacillen en coli-achtigen. Duidelijk is dat in een installatie die alleen is voorgespoeld, met name bacteriegroei in de melkstellen, melkslangen en dergelijke plaats vindt.

### Zwakke plekken

In melkstellen zitten veel rubber onderdelen en veel overgangen van rubber naar roestvaststaal. Vooral op deze overgangen kan makkelijk vuil achterblijven. Deze plekken zijn minder goed te reinigen. Bij beperkte tweede reiniging zijn dit juist de plekken waar bacteriën achter kunnen blijven en uitgroeien.

Naast overgangen zitten in melkstellen ook veel rubber onderdelen. Hierin ontstaan na verloop van tijd haarscheurtjes waar bacteriën zich in kunnen verschuilen. Ze worden dan met de reiniging en desinfectie niet gedood. Tepelvoeringen worden nog wel één of twee keer per jaar vervangen, maar andere rubberonderdelen zoals melkslangen worden minder vaak vervangen en ook daar kunnen bacteriën zich aan hechten of in verschuilen. Beperkte tweede reiniging kan dan wel op een aantal bedrijven goed gaan, maar toch blijven er risico's aan kleven. Vooral onderdelen met overgangen lopen kans op den duur niet meer goed gereinigd te worden, waardoor aanslag kan ontstaan. Hierdoor kan een verhoging van het kiemgetal optreden.

In Nederland is een grote diversiteit aan installaties. Zowel aanleg als afstelling van installaties zijn erg verschillend. Hoe groot de veiligheids-

marge op een bedrijf is, is afhankelijk van de aanleg en installatie van de melkleidinginstallatie en de afstelling van de reiniging. Door deze diversiteit en de onbekende veiligheidsmarge is het vooraf niet goed in te schatten hoe groot het risico is, wanneer een beperkte tweede reiniging

wordt uitgevoerd.

Om afvalwater te verminderen zijn er legio mogelijkheden die minder risico's geven dan beperkte tweede reiniging. Te denken valt aan hergebruik van water voor het schoonspuiten van de melkstal en het optimaliseren van de reiniging.



*Het gaat uiteindelijk om de melkwaliteit.*

# Hittereining een alternatief

H.J.Soede (PR)

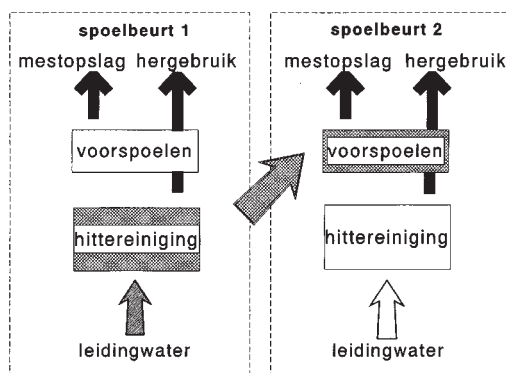
Bij het onderzoek naar energie-efficiënt reinigen van melkwinningsapparatuur zijn verschillende alternatieven op de standaardreining van melkleidinginstallaties onderzocht. Werking, waterverbruik en energieverbruik waren belangrijke vergelijkingpunten. Op een praktijkbedrijf in Friesland is een hittereinigingssysteem getest en geoptimaliseerd. Hierbij bleek het mogelijk om 27% water en 22% energie te besparen. Dit is gerealiseerd bij een gelijke en soms betere microbiologische melkwaliteit. Hittereining heeft een lager waterverbruik en daarom minder afvalwater dan standaardreining. Het energieverbruik is daarentegen hoger; het reinigingswater moet immers tot 97°C worden opgewarmd. Bij hittereining worden geen reinigingsmiddel toegevoegd en er wordt niet gecirculeerd. Wel is het nodig een hoeveelheid zuur toe te voegen om kalkaanslag te voorkomen. Uit het oogpunt van residuen in de melk is het achterwege laten van een reinigingsmiddel een pluspunt. Dit onderzoek is medegefinancierd door de NOVEM en Fullwood.

Bij hittereining wordt water van 97°C in één keer door de melkleidinginstallatie gezogen. Er is één spoelgang waarin halverwege zuur wordt toegevoegd om kalkaanslag in de installatie te voorkomen. Voor het proces is een kookketel en een zuurdoseerapparaat nodig. Op het praktijkbedrijf werden aan het begin van de proef de temperaturen in de installatie tijdens de reiniging gemeten. De melkstal is een 2 x 5 visgraat met AFIKIM melkproduktimeters en een ruime (ø75 mm) melkleiding.

In de beginsituatie A werd 150 liter water met een temperatuur van 97°C in 6 minuten door de installatie gevoerd. De temperatuur in de installatie werd op 4 punten gemeten. In het begin van de spoelleiding, in de melkproduktimeter, in de melkleiding en aan het eind van de persleiding. Bij deze manier van reinigen treden grote warmteverliezen op. De begintemperatuur van 6 minuten 97°C is gedaald naar 3 minuten 72°C aan het eind. Dit is aanzienlijk lager dan de norm die 2 minuten 77°C aangeeft. Deze norm is gebaseerd op een doding van alle kiemen door temperatuur. Om deze verliezen te verkleinen en de norm te bereiken is de spoelleiding korter gemaakt en geïsoleerd met een waterafstotend en waterdicht materiaal. Deze situatie B leidt tot een eindtemperatuur van 76°C die gedurende 4 minuten en 5 seconden wordt behaald. Door de snellere stijging van temperatuur ontstonden er problemen

met aanslag van melkeiwit in de melkklauwen en de melkproduktimeters. De melkresten moeten eerst voldoende worden verwijderd voordat met heet water kan worden gereinigd en gedesinfecteerd. Hiervoor werd een voorspoeling met warm water ingevoerd. Om water en energie te besparen werd de laatste 50 liter van de vorige reiniging gebruikt. Dit water, waar nog een geringe hoeveelheid zuur in zit heeft een temperatuur van 65°C. Het wordt in een geïsoleerd vat bewaard tot de volgende reiniging. Bij de volgende reiniging is de temperatuur gedaald tot 45°C, afhankelijk van de omgevingstemperatuur en de opslagtijd. Om de reiniging altijd op dezelfde manier

Figuur 1 Hittereining



**Tabel 1** Tijd-temperatuurcombinaties die worden bereikt in verschillende reinigingssituaties

Reinigingssituatie	A		B		C	
	Tijd (min,sec)	Temp. (°C)	Tijd (min,sec)	Temp. (°C)	Tijd (min,sec)	Temp. (°C)
Melkproduktiemeter	3,45	72	5,50	77	4,30	77
Melkleiding	2,00	71	3,35	74	2,30	73
Eind persleiding	3,00	72	4,15	76	3,20	74

te laten verlopen, is het systeem geautomatiseerd. Zuurdosering, voorspoeling, hittereiniging en opslag van het laatste spoelwater wordt automatisch via een tijdsturing uitgevoerd. Bij gebruik van 50 liter voorspoelwater en 150 liter heet water werd een temperatuurbehandeling van 5 minuten 77°C bereikt. De bereikte temperatuur in de installatie is hoger dan de norm. Uit oogpunt van energie- en waterbesparing is de hoeveelheid heet water teruggebracht naar 110 liter. In deze situatie C wordt 3 minuten en 20 seconden een temperatuur van 74°C bereikt.

### Microbiologische melkwaliteit

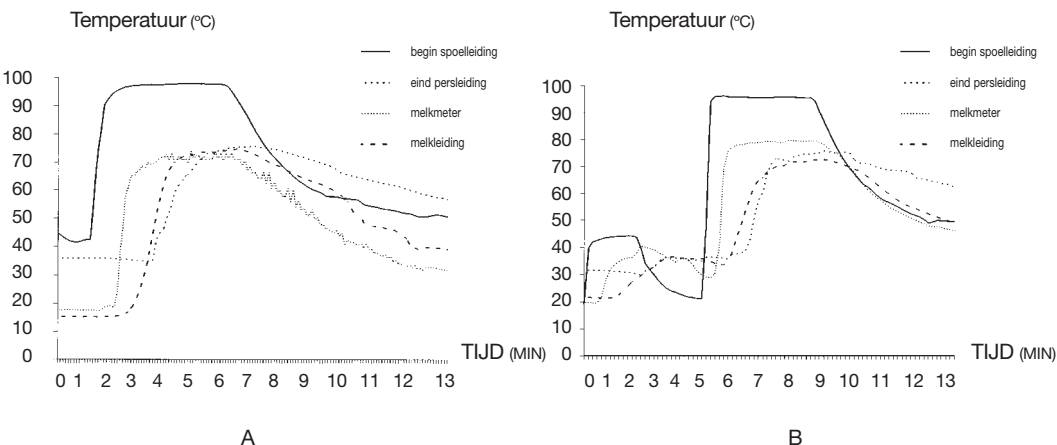
De microbiologische melkwaliteit is in de bovengenoemde situaties wekelijks gemeten. De melk is onderzocht op totaal kiemgetal, thermoresistenten en lactobacillen. De resultaten zijn weergegeven in tabel 2. In situatie B werd duidelijk aanslag in de installatie gevonden. Het kiemgetal werd dan ook hoger. De aantallen lactobacillen zijn sterk afhankelijk van de ouderdom van de tepelvoeringen. Aan het begin (situatie A) en halverwege (situatie C) zijn de tepelvoeringen vernieuwd, wat te zien is aan het aantal lactobacillen.

### Besparingen

Stapsgewijs zijn een aantal energiebesparende maatregelen ingevoerd. Volgens de norm zou dit bedrijf 180 liter water van 97°C moeten gebruiken. Na optimalisatie is de hoeveelheid teruggebracht tot 110 liter. De energiekosten zijn daarom eveneens afgenomen. Verkorten en isoleren van de spoelleidingen levert een kleine energiebesparing op die wel rendabel is. Verminderen van de hoeveelheid water levert de meeste besparingen op. Ten opzichte van standaardreiniging is de hoeveelheid energie in de geoptimaliseerde situatie één keer hoger. Bij gebruik van warmterugwinningsapparatuur of aardgasaansluiting kan dit verschil kleiner worden. De hoeveelheid afvalwater is bij hittereiniging aanzienlijk lager. Bij de geoptimaliseerde reinigingssituatie C komt 80 m<sup>3</sup> afvalwater vrij. Bij een standaardreiniging is dit 262 m<sup>3</sup> afvalwater. In tabel 3 zijn de besparingen ten opzichte van de beginsituatie A weergegeven.

### Aandachtspunten

Om kalkaanslag in de installatie te voorkomen wordt een hoeveelheid zuur gedoseerd. Bij een

**Figuur 1** Het verloop van de temperatuur op een aantal punten in de installatie bij hittereiniging in de beginsituatie (A) en in de eindsituatie (B)

**Tabel 2** Gemiddeld aantal bacteriën (kve/ml) voor verschillende reinigingssituaties

Reinigingssituatie	A	B	C
Totaal kiemgetal	7200	16000	3300
Thermoresistenten	420	200	190
Lactobacillen	11	-	114/3 <sup>1)</sup>

kve = kolonie vormende eenheid

<sup>1)</sup> na vervangen van tepelvoeringen

**Tabel 3** Gerealiseerde besparingen van energie en water (per jaar) bij de verschillende reinigingssituaties

Reinigingssituatie	A	B	C	S <sup>1)</sup>
Energieverbruik (kWh)	11500	11000	9000	4750
Besparing t.o.v. A (%)	-	+4	+22	+41
Waterverbruik (m <sup>3</sup> )	110	110	80	262
Besparing t.o.v. A (%)	-	+0	+27	-238

<sup>1)</sup> standaardreiniging

waterhardheid van 8 °D is 0,5% van de totaal te gebruiken hoeveelheid water voldoende. Bij een hogere waterhardheid moet meer zuur worden gedoseerd. Bij een waterhardheid van 18 °D moet 1% worden gedoseerd. De kalkaanslag die ontstaat in de kookketel moet regelmatig (4 x per jaar) worden verwijderd om rendementsverlies van de verwarmingselementen te voorkomen. 3 mm kalk op een verwarmingselement geeft een rendementsverlies van 18%.

De aantasting van rubberonderdelen door de hoge temperaturen is niet of nauwelijks aanwezig. Bij gebruik van een standaardreiniging met een gecombineerd reinigings- en desinfectiemiddel is deze aantasting groter. Vooral het chloor in deze middelen veroorzaakt de aantasting.

Hergebruiksmogelijkheden van het afvalwater zijn vergelijkbaar met die bij een standaardreiniging. Omdat er minder afvalwater is, is een investering in hergebruik apparatuur minder snel rendabel.

Het belang van een goede voorspoeling is ook bij hittereiniging aangetoond. Als alle melkresten worden verwijderd is een desinfectie voldoende. De voorspoeling is verbeterd door de melkproductiemeters zo te schakelen dat het voorspoelwater snel door de installatie stroomt. Het voorspoelwater staat niet stil en drukt de melkresten voor zich uit.



*Het achterwege laten van reinigingsmiddelen bij hittereiniging is een pluspunt vanwege eventuele residuen in de melk.*

# Voorraadreiniging op de boerderij

*J.A.M. Boerekamp en G.M.V.H. Wolters (PR)*

**Het afvalwaterprobleem van melkleidinginstallaties staat al geruime tijd in de belangstelling door het, sinds 1 juli 1992, ingevoerde lozingenbesluit binnen de Wet Bodembescherming en de al bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater (WVO). Om water te besparen kan gedacht worden aan hergebruik van reinigungsoplossing door voorraadreiniging. Bij voorraadreiniging wordt de hoofdreinigungsoplossing niet geloosd, maar een week lang gebruikt om de melkleidinginstallatie te reinigen. Op deze manier ontstaat minder afvalwater. Binnen de afdeling melkwinning is onderzoek gedaan naar deze manier van reinigen.**

## Werkwijze

In de praktijk wordt op enkele boerderijzuivelbedrijven al voorraadreiniging toegepast. Bij deze bedrijven wordt de reinigungsoplossing in een goed geïsoleerd voorraadvat de hele week op hoge temperatuur (85°C tot 90°C) gehouden, omdat de melkleidinginstallatie gereinigd en thermisch gedesinfecteerd moet worden. Om thermische desinfectie te bereiken wordt ongeveer drie keer de normale hoeveelheid water voor de hoofdreiniging gebruikt. Thermische desinfectie is nodig om specifieke bacteriën, lactobacillen, te doden. Chemische desinfectie alleen is niet voldoende. Deze lactobacillen kunnen problemen geven bij de bereiding van boerenkaas.

Voor de voorraadreiniging wordt normaal alkalisch gecombineerd reinigungs- en desinfectiemiddel gebruikt. De concentratie in het begin van de week is echter iets hoger dan normaal, omdat bij elke reiniging wat reinigungsoplossing verloren gaat. Dit verlies wordt na elke reiniging aangevuld met naspoelwater. In het voorraadvat wordt de reinigungsoplossing door middel van verwarmingselementen opgewarmd voor de volgende reiniging.

## Inventarisatie

Het systeem is nog niet optimaal en daarom is op praktijkbedrijf A een oriënterend onderzoek uitgevoerd. Op dit bedrijf is gekeken hoe dit systeem in de praktijk werkt. Voorraadreiniging is energetisch niet voordelig, omdat een grotere hoeveelheid water tot hogere temperaturen dan gebruikelijk moet worden opgewarmd.

Op het bedrijf zijn voor en na elke reinigungsbeurt monsters genomen uit het voorraadvat om gegevens te verkrijgen over het verloop van de concentratie reinigungsoplossing. Ook zijn gedurende



*Fasescheiding.....belangrijk!!!*

de proef monsters genomen van de melk om te kijken naar de microbiologische kwaliteit van de melk.

Bij thermische desinfectie moet niet alleen gelet worden op de eindtemperatuur van het water in het voorraadvat, maar vooral op de temperatuur van de onderdelen in de melkleidinginstallatie. De eindtemperatuur van het water in het voorraadvat geeft niet altijd zekerheid over de temperatuur van de afzonderlijke onderdelen in de installatie. Gedurende een aantal weken is daarom de temperatuur van het in- en uitgaande water van de



voorraadreiniger geregistreerd. Het bleek echter dat de temperatuur van het retourwater te laag was, zodat op dit bedrijf niet aan de gestelde eis van thermische desinfectie werd voldaan. Dit bleek ook uit de aanwezigheid van het aantal lactobacillen in de rauwe melk.

### Verloop concentratie reinigingsmiddel

Er wordt gebruik gemaakt van een gecombineerd alkalisch reinigings- en desinfectiemiddel. Het reinigings- en desinfectiemiddel wordt overgedoseerd, zodat de concentratie reinigingsmiddel in het begin van de week hoger is dan normaal:  $\pm 1\%$ . De concentratie reinigingsmiddel neemt af door verdunning van de reinigingsvloeistof. In het gebruikte systeem wordt halverwege de week extra reinigingsmiddel toegevoegd om verliezen aan concentratie reinigingsmiddel te compenseren. Uit het verloop is berekend hoeveel water uit het voorraadvat verloren gaat en wordt aangevuld met naspoelwater. De verdunning op het praktijkbedrijf was ongeveer  $10\%$  per reiniging.

Door de overdosering is in het begin van de week het gehalte actief chloor ook hoger dan normaal. Het actief chloorgehalte wordt in de loop van de week lager, doordat de reinigungsoplossing wordt verdund. Tevens daalt het actief chloorgehalte doordat er melkresten in het voorraadvat terecht komen, die het actief chloor inactiveren. Zeer goed voorspoelen en draineren tussen de spoelgangen is daarom belangrijk. Uit onderzoek is gebleken dat bij een goede voorspoeling en drainage pas na 10-14 reinigungsbeurten al het aanwezige actief chloor is verdwenen.

Wanneer niet goed wordt voorgespoeld komt er dus melk in de reinigungsoplossing. Het verloop van de melkvervuiling is tijdens de proef ook meegenomen. Van de reinigungsoplossing wordt het chemisch zuurstofverbruik (CZV) bepaald. Uit het CZV kan worden berekend hoeveel melk na het voorspoelen in de installatie achterblijft en zodoende het reinigungswater uit het voorraadvat vervuult. Een normale CZV op dit bedrijf is  $115 \text{ mg O}_2/\text{l}$ . Tijdens de proef is er een paar keer gereinigd door een ander persoon waardoor de melkvervuiling sterk steeg. De scheiding tussen voorspoelwater en reinigungswater is minder goed verlopen, zodat er meer melk in de reinigungsoplossing is gekomen. Deze vervuiling blijft echter de rest van de week in het voorraadvat zitten, waardoor de melkvervuiling in het voorraadvat hoog blijft. Het actief chloor wordt hierdoor geïnactiveerd. Wanneer handmatig wordt gereinigd is het daarom zeer belangrijk dat steeds op

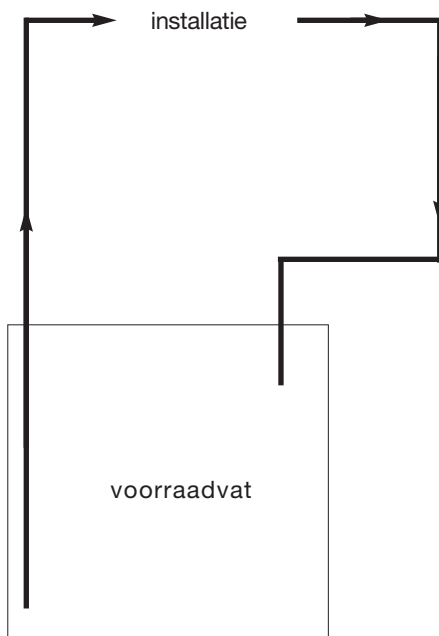
dezelfde manier wordt gereinigd. Dit is waarschijnlijk persoonsafhankelijk. Bij voorraadreiniging is het belangrijk de reiniging te automatiseren, zodat de reiniging altijd op dezelfde manier verloopt. Als er in het begin van de week minder goed wordt voorgespoeld, dan blijft de melkvervuiling de rest van de week in de reinigungsoplossing. Het blijft dus de hele week belangrijk om de verschillende fasen van de reiniging goed van elkaar te scheiden en tussen de reinigungs goed te draineren.

### Verder onderzoek

In een tweede onderzoek op praktijkbedrijf B is gekeken naar de toepasbaarheid van voorraadreiniging bij lagere temperaturen. De starttemperatuur was  $60^\circ\text{C}$ . Deze temperatuur is gekozen, omdat de warmtepomp deze temperatuur kan bereiken, en deze temperatuur voor normale reiniging voldoende is. Bij dit onderzoek is weer gebruik gemaakt van de bestaande voorraadreinigers bij boerderijzuivelbereiders. In dit onderzoek is tijdens de voorperiode een aantal weken gereinigd bij een hoge temperatuur (begin- en eindtemperatuur van  $\pm 80^\circ\text{C}$  en  $\pm 70^\circ\text{C}$ ), en tijdens de proefperiode bij een lagere temperatuur (begin- en eindtemperatuur  $\pm 60^\circ\text{C}$  en  $\pm 50^\circ\text{C}$ ). Tijdens de proef is gekeken of er verschillen optreden in de microbiologische melkkwaliteit.

Ook op dit praktijkbedrijf is de inhoud van het voorraadvat ongeveer drie keer de normale

**Figuur 1** Schematische tekening voorraadreiniging



**Tabel 1** Resultaten melkkwaliteit en melkvervuiling

Monster	Melk			Reinigingsoplossing		
	Tempera- tuur (°C)	Kiemge- tal (kve)	Thermo- resisten (kve)	Lacto- bacillen (kve)	CZV <sub>begin</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	CZV <sub>eind</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)
Voorperiode:						
Week: 2	80	1500	430	11	-	-
3	80	2700	290	19	-	42
4	80	2000	68	15	-	56
5	80	1300	40	6	-	36
6	80	2600	71	6	-	27
Proefperiode:						
Week: 7	60	3800	6300	17	10	28
8	60	4800	160	18	8	46
9	60	3900	740	16	-	25
10	60	3900	890	43	-	38
11	60	4800	900	22	-	-

kve :kolonie-vormende eenheden

CZV :chemisch zuurstofverbruik, maat voor de melkvervuiling in de reinigungsoplossing

- :niet bepaald

hoeveelheid water voor hoofdreiniging. De voorraadreiniging heeft ook op dit boerderijzuivelbedrijf als doel de installatie thermisch te desinfecteren.

De proef is uitgevoerd tijdens de winter, omdat in die periode geen boerenkaas werd gemaakt.

Op het praktijkbedrijf werd met een automaat gereinigd. Er werd goed voorgespoeld en daarna goed gedraineerd, zodat de melkvervuiling in de reinigungsoplossing op dit bedrijf zeer laag is. Het verlies aan reinigungsmiddel wordt hier niet gecompenseerd, zodat alleen een geringe verdunning van de reinigungsoplossing door restvoorspoelwater uit de installatie plaatsvindt. Van de reinigungsoplossing is aan het begin van de week ook het chemisch zuurstofverbruik (CZV) bepaald. Deze CZV is niet afkomstig van de vervuiling door melk, maar door het reinigungsmiddel zelf. De resultaten van deze proef staan in tabel 1.

De CZV aan het einde van de week is erg laag. De resultaten op basis van de microbiologische melkkwaliteit lijken ook goed. Het kiemgetal is iets verhoogd, maar nog steeds goed. Het aantal thermoresistente bacteriën is in de reinigungsperiode bij 60°C wel hoger.

In de reinigungsoplossing zijn ook een aantal bacteriesoorten bepaald. In deze oplossing zaten echter niet of nauwelijks bacteriën.

### Evaluatie huidige systeem

- het is energetisch niet zo voordelig, omdat steeds een grote hoeveelheid water, 3 x de

norm, moet worden verwarmd en omdat zeer hoge temperaturen worden gebruikt. Voor boerderijzuivelbedrijven is dit minder erg, omdat deze een andere eis aan de reiniging stellen dan gewone melkveebedrijven;

- door vaker gebruiken van de hoofdreinigungsoplossing, een week lang, wordt minder water gebruikt. Tevens ontstaat minder afvalwater;
- de fasescheiding is niet altijd even goed, zodat er melkresten in het voorraadvat terecht komen. Dit blijft wel de hele week zichtbaar in de reinigungsoplossing. Fasescheiding is bij deze reiniging zeer belangrijk.

De bestaande voorraadreiniging zoals die nu wordt toegepast is dus minder geschikt voor melkveebedrijven. Er zal meer onderzoek gedaan worden naar de toepassing van voorraadreiniging bij deze bedrijven.

### Suggesties voor toekomstig onderzoek

Toepassen van voorraadreiniging zonder thermische desinfectie op melkveebedrijven lijkt economische- en milieuvoordelen te hebben. Daarom zal dit onderzoek worden voortgezet, in de verwachting dat een bredere toepassing mogelijk is. De volgende punten komen daarbij aan de orde:

- voorraadreiniging kan met de normale hoeveelheid hoofdreinigungswater bij melkveebedrijven worden gebruikt. Door vaker gebruiken van de hoofdreinigungsoplossing door voorraadreiniging, wordt minder water gebruikt en ontstaat er minder afvalwater;

- gebruik maken van normale temperaturen, begin- en eindtemperatuur van circa 70°C en 40°C. Het water voor de hoofdreiniging kan in het voorraadvat van 40°C naar 70°C worden doorverwarmd voor de volgende reiniging. Wanneer gebruik gemaakt zou worden van een boiler moet dit water van 10°C naar 70°C worden verwarmd. Energetisch lijkt voorraadreiniging op deze manier voordeliger.
- bekijken wat de concentratie reinigingsmiddel moet zijn, en hoe deze concentratie gedurende de week verandert. Het lijkt verstandig om in een systeem van voorraadreiniging de startconcentratie van het reinigingsmiddel in het vat niet te hoog te maken, omdat dat bijvoorbeeld het rubber kan aantasten. Doordat de reinigungsoplossing meerdere keren wordt gebruikt zou minder reinigingsmiddel nodig kunnen zijn, maar bij elke reiniging zal er wat extra reinigingsmiddel moeten worden toegevoegd om het verlies van de vorige reiniging te compenseren.
- fasescheiding is zeer belangrijk, er zal gekeken worden naar manieren om zo min mogelijk melkvervuiling en restwater uit de installatie in het voorraadvat te krijgen. Vooral een drainagepunt na de melkpomp is belangrijk, omdat in de persleiding vaak veel spoelwater achterblijft. Een automatische drainageklep is dan verstandig. Wanneer goed wordt gedraineerd gaat ook minder reinigingswater uit het voorraadvat verloren. Het is ook verstandig de reiniging te automatiseren, zodat de reiniging altijd hetzelfde verloopt.
- er is een extra investering nodig voor de voorraadreiniger. Het voorraadvat moet aan specifieke eisen voldoen, omdat hierin warme reinigungsoplossing wordt bewaard. Ook het verwarmingselement moet voldoen aan speciale eisen. Er zal gekeken worden naar de eisen waaraan het materiaal moet voldoen voor voorraadreiniging.

# Minder afvalwater door voorraadreiniging

J.A.M. Boerekamp en G.M.V.H. Wolters (PR)

Sinds april 1993 wordt er op de Waiboerhoeve onderzoek gedaan naar voorraadreiniging. Bij deze manier van reinigen wordt de reinigungsoplossing niet na elke reiniging geloosd, maar een week lang gebruikt om de melkleidinginstallatie na het melken te reinigen.

Door deze manier van reinigen ontstaat minder afvalwater en kan ook op energie en reinigungsmiddel worden bespaard. Vooral het verminderen van afvalwater is actueel vanwege het in juli 1992 ingevoerde lozingsbesluit bodembescherming. De melkkwaliteit is tijdens dit onderzoek gelijk gebleven. Het onderzoek is medegefinancierd door NOVEM.

Het principe van voorraadreiniging is weergegeven in figuur 1. De reinigungsoplossing (voorraad) wordt gedurende één week gebruikt. Ook het naspoelwater kan opgevangen worden om de volgende keer als voorspoelwater te gebruiken.

In de zuivelindustrie wordt voorraadreiniging op grote schaal toegepast. Dagelijks wordt vervuiling, concentratie reinigungsmiddel en temperatuur gecontroleerd. Voor de praktische veehouder is dit echter niet uitvoerbaar.

In de melkveehouderij wordt voorraadreiniging momenteel alleen toegepast op een aantal boerderijzuivelbedrijven (Praktijkonderzoek 5/5). Bij deze bedrijven wordt een grote hoeveelheid reinigungsoplossing in een goed geïsoleerd voorraadvat de hele week op hoge temperatuur (85 - 90 °C) gehouden, omdat de melkleidinginstallatie er door hoge temperatuur gedesinfecteerd moet worden. Dit is nodig om specifieke bacteriën, lactobacillen, te doden. Deze lactobacillen kunnen problemen geven bij de bereiding van boerenkaas. Voor melkveebedrijven, die leveren aan de fabriek, is geen eis voor lactobacillen. De hittebehandeling kan op deze bedrijven daarom minder zijn.

Naar aanleiding van gunstige resultaten met voorraadreiniging bij boerderijzuivelbedrijven is op melkvee 4 van de Waiboerhoeve een voorraadreiniger geïnstalleerd.

## Standaardreiniging

Melkvee 4 heeft een 2 x 5 visgraat melkstal met Metatron melkproduktiemeters en een 50 mm rondgaande melkleiding.

In de oude situatie werd voor de standaardreiniging 65 liter water per spoelgang gebruikt (norm:

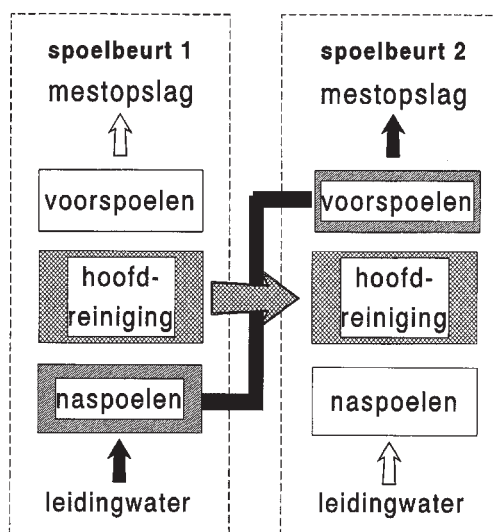
50 - 70 liter). Er werd voorgespoeld met warmtepompwater van ca. 55 °C. De reiniging begon bij 80 °C en na 7 minuten circuleren was de eindtemperatuur gedaald tot 40 °C. Er werd nagespoeld met koud leidingwater. Twee keer per week werd een zuurspoeling uitgevoerd.

## Voorraadreiniging

Sinds april 1993 wordt op melkvee 4 gebruik gemaakt van voorraadreiniging. De voorraadreiniger bestaat uit twee goed geïsoleerde roestvaststalen spoelbakken met elk een verwarmingselement.

De bovenste bak is voor de voor- en naspoeling. De onderste bak is voor de hoofdreiniging. In bei-

Figuur 1 Voorraadreiniging



de bakken kan maximaal 120 liter water. Enkele uren voor de reiniging worden de verwarmings-elementen ingeschakeld. Op deze manier worden energieverliezen door uitstraling van warmte beperkt.

De hoeveelheden water per spoelgang zijn ingesteld op 65 liter, gelijk aan de hoeveelheid bij standaardreiniging. De reinigungsoplossing wordt 13 x gebruikt en daarna geloosd. Tijdens de volgende reiniging wordt een zuurspoeling uitgevoerd. Voor de daarop volgende reiniging wordt weer een verse reinigungsoplossing gemaakt, waarmee de rest van de week wordt gereinigd.

Er wordt in tegenstelling tot standaardreiniging één keer per week met zuur gereinigd. Dit komt door de iets hogere dosering reinigungs-middel (0,7 %). Daarnaast wordt niet bij elke reiniging kalk in de installatie gebracht, omdat de hoofd-reiniging telkens opnieuw gebruikt wordt.

Er wordt voorgespoeld met water van 50 °C. De hoofdreiniging begint bij 80 °C en daalt na 6 minuten circuleren tot 55 °C. Het naspoelwater gaat éénmalig door de installatie en wordt daarna opgevangen in de bovenste bak voor de voorspoeling van de volgende reiniging. De temperatuur van het naspoelwater is dan tot 20 °C gestegen. In figuur 2 is het tijds- en temperatuurverloop van de reiniging voor standaard- en voorraadreiniging vergeleken.

**Tabel 1** Geometrisch gemiddelde kiemgetal, coli-achtigen, lactobacillen en thermoresistenten (kve/ml)

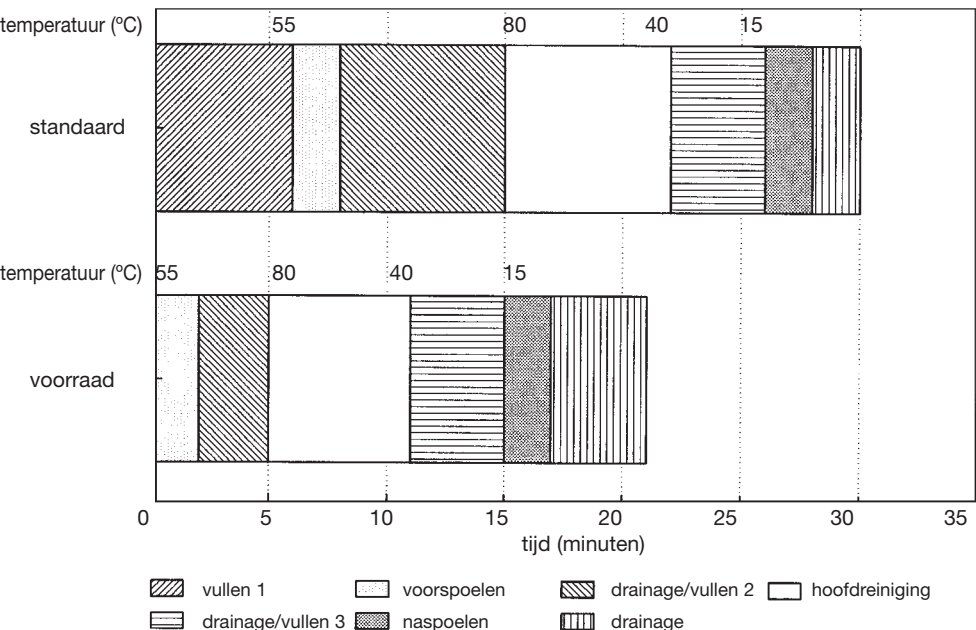
	Standaardreiniging	Voorraadreiniging
Kiemgetal	4200	5000
Coli-achtigen	67	38
Lactobacillen	27	34
Thermoresistenten	34	58

Voorraadreiniging verloopt in vergelijking met standaardreiniging veel sneller, omdat het water voor de reiniging al klaar staat. Op deze manier ontstaan geen verliezen bij het vullen van de spoelbak en koelt de melkleidinginstallatie tussen melken en voorspoelen én tussen voorspoelen en hoofdreiniging minder af. De eindtemperatuur van de hoofdreiniging is hierdoor ongeveer 15 °C hoger.

### Optimalisatie

Bij voorraadreiniging is fasescheiding tussen voorspoeling en hoofdreiniging zeer belangrijk, om vervuiling met melk in de hoofdreiniging te voorkomen. Een goede fasescheiding wordt bereikt door een automatische vacuümgestuurde drainage na de melkpomp te plaatsen. Tussen elke spoelgang wordt de vacuümpomp uitgeschakeld, zodat de drainageklep open gaat en

**Figuur 2** Tijds-/temperatuurverloop bij standaard- en voorraadreiniging



de persleiding vanzelf leeg loopt.

Om de voorspoeling verder te verbeteren zijn luchtinjecties ingebouwd, zodat het voorspoelwater niet in één keer wordt opgezogen maar in kolommen.

De concentratie reinigingsmiddel is ingesteld op 0,7 %. Tijdens de reiniging gaat ongeveer 15 % reinigungsoplossing verloren door o.a. drainage. Dit tekort wordt aangevuld met leidingwater. Per reinigungsbeurt moet ook reinigungsmiddel worden toegevoegd om de concentratie op peil te houden. De hoeveelheid toegevoegd reinigungs-middel is evenredig aan de hoeveelheid leidingwater dat moet worden aangevuld. Het reinigungs-middel wordt handmatig aan de zijkant van de voorraadreiniger in een bakje gedoseerd. Het wordt meegenomen bij het aanvullen van de reinigungsoplossing voor de volgende reiniging.

### Melkqualiteit

Zowel bij de voorraadreiniging als bij de standaardreiniging zijn monsters genomen voor de microbiologische kwaliteit van melk. De resultaten van de monsters staan in tabel 1. Er zijn geen verschillen gevonden voor de verschillende bacteriegroepen bij standaard- en voorraadreiniging. De microbiologische kwaliteit van melk is op dit bedrijf dus gelijk gebleven.

### Voorraad gedurende de week

De concentratie reinigungs-middel, de organische vervuiling (melkvervuiling) en het actief chloorgehalte van de voorraadoplossing zijn gedurende de week gemeten. Het verloop tijdens de week staat in figuur 3.

De concentratie reinigungs-middel wordt gemeten om te controleren of deze op 0,7 % blijft.

Het chemisch zuurstof verbruik (CZV) wordt gemeten om te kijken hoeveel melkvervuiling in de reinigungsoplossing zit. Deze loopt in het begin iets op maar blijft daarna redelijk constant op 50 mg  $O_2$ /l. Dit is 0,18 gram melk per liter. In de hele reinigungsoplossing zit 11,6 gram melk.

Het streven is naar een melkvervuiling van < 10 mg  $O_2$ /l. De voorspoeling is dus nog niet optimaal en zal verder verbeterd moeten worden om beneden 10 mg  $O_2$ /l te komen.

Actief chloor is de desinfectie component van de reinigungsoplossing. Als er melkresten bij de reinigungsoplossing komen wordt het actief chloorgeinactieveerd. In figuur 3 neemt het actief chloorgehalte af en stabiliseert rond 110 mg/kg. Als tijdens een reiniging door één of andere oorzaak veel meer melk na het voorspoelen achterblijft,

dan wordt het actief chloor volledig geinactieveerd. Omdat er dan te veel melkresten in de reinigungsoplossing zitten kan het actief chloorgehalte door toevoegen van extra reinigungs-middel niet meer worden hersteld. Voor de rest van de week wordt dan met een reinigungsoplossing zonder desinfectiemiddel gecirculeerd.

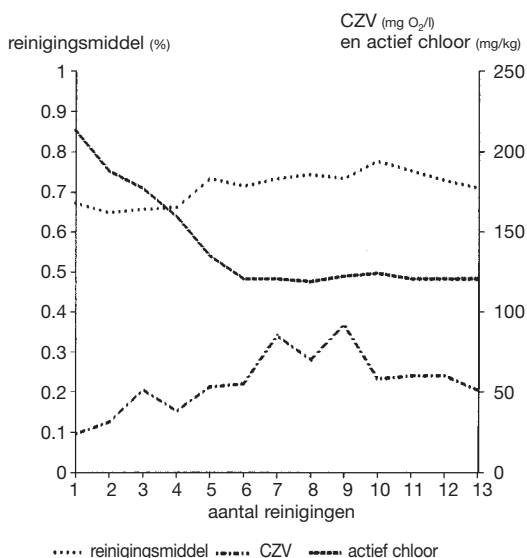
### Milieu-effecten

In tabel 2 staan het verbruik aan water, reinigungs-middel en energie. De besparing van voorraadreiniging t.o.v. standaardreiniging is ook weergegeven.

Duidelijk is dat door voorraadreiniging het water voor de reiniging van de melkleidinginstallatie wordt gehalveerd. Vooral voor bedrijven die het afvalwater in de mestkelder moeten lozen kan het voordelen geven de hoeveelheid afvalwater te reduceren. Het afvoeren van afvalwater uit de mestkelder kost ongeveer 15 x zoveel dan het aankopen van leidingwater. Voorraadreiniging is dan één van de mogelijkheden om de hoeveelheid afvalwater te verminderen.

Uit tabel 2 blijkt ook dat het energieverbruik lager wordt. Dit geldt echter alleen wanneer geen warmtepomp op het bedrijf aanwezig is. Is dit wel

**Figuur 3** Concentratie reinigungs-middel, chemisch zuurstof verbruik en concentratie actief chloor van de reinigungsoplossing bij voorraadreiniging





**Tabel 2** Water-, reinigingsmiddelen- en energieverbruik voor standaard- en voorraadreiniging

	Standaard	Voorraad	Besparing (%)
Water (m <sup>3</sup> ):	144	68	53
Reinigingsmiddelen (l):			
alkalisch	203	78	62
zuur	34	17	50
Elektrische energie (kWh):			
zonder warmtepomp	7470	4710	37
met warmtepomp	1950	2170	- 11

het geval dan moet extra energie worden aangekocht, omdat het warmtepompwater dan nauwelijks gebruikt kan worden voor de reiniging van de melkleidinginstallatie. Het opwarmen van het water in de voorraadreiniger gebeurt namelijk met elektrische verwarmingselementen.

### Besparingen op bedrijfsniveau

In tabel 3 staan het waterverbruik en de afvalwaterstromen bij standaard- en voorraadreiniging op bedrijfsniveau. Naast het waterverbruik van de melkleidinginstallatie zijn ook andere verbruiksposten opgenomen.

Voorraadreiniging is in de tabel twee keer opgenomen. In situatie A kan het naspoelwater gebruikt worden voor het schoonmaken van de melkstal. Ook kan in deze situatie warmtepompwater gebruikt worden voor het voorspoelen. Dit

kan energiebesparend werken.

In situatie B wordt het water van de naspoeling na verwarmen gebruikt voor de voorspoeling van de volgende reiniging. Omdat bij de naspoeling een deel van het water in de installatie achterblijft, wordt dit verlies weer aangevuld met schoon water voor de volgende voorspoeling.

Uit de tabel blijkt dat ook bij standaardreiniging het afvalwater aanzienlijk gereduceerd kan worden door hergebruik voor het schoonmaken van de melkstal.

### Tenslotte

Voorraadreiniging is in de praktijk nog niet te koop, maar lijkt voor de toekomst perspectieven te bieden. Er zal nog meer onderzoek nodig zijn om het systeem verder te optimaliseren, zodat de bedrijfszekerheid gewaarborgd is.

**Tabel 3** Waterverbruik en afvalwaterstromen (m<sup>3</sup>) bij standaard- en voorraadreiniging; bedrijf met 55 melkkoeien; standaardinstallatie 2 x 5 visgraat met melkproductiemeters (65 l per spoelgang)

	Standaard		Voorraad A		Voorraad B <sup>1</sup>	
<i>Waterverbruik</i>						
Voorspoelen	48		48		7	
Hoofdreinigen	48		13		13	
Naspoelen	48		48		48	
Reinigen melkstellen	30		30		30	
Reinigen melktank	27		27		27	
Schoonspuiten melkstal	Hoog	Laag	Hoog	Laag	Hoog	Laag
Hoge- of lagedruk <sup>2</sup>	47	95	47	95	47	95
<i>Afvalwater</i>						
Zonder hergebruik	248	296	213	261	172	220
Hergebruik <sup>3</sup>	201		166			
Hergebruik <sup>4</sup>		201		200		

<sup>1</sup> Het naspoelwater wordt gebruikt als voorspoelwater

<sup>2</sup> Gemeten op een praktijkbedrijf. Hogedruk komt overeen met 60 bar, lagedruk met 3-4 bar

<sup>3</sup> Alleen hergebruik van naspoelwater voor hogedrukspuit

<sup>4</sup> Hergebruik van hoofdreinigingsoplossing en naspoelwater voor lagedrukspuit

# Doorschuifreiniging

G.M.V.H. Wolters (PR)

Tijdens de reiniging van melkwinningsapparatuur wordt voor elke spoelgang nieuw leidingwater gebruikt. Dit betekent een aanzienlijk verbruik van leidingwater en levert een grote hoeveelheid afvalwater op. Op een praktijkbedrijf is door Manus Holland, Laporte Delden en PR een reinigingssysteem getest waarbij het water voor de reiniging van de melkleidinginstallatie meerdere keren wordt gebruikt voor deze reiniging. Dit leverde voor de reiniging van de melkleidinginstallatie een besparing op van 66% leidingwater, ongeveer 40% energie en een vermindering van het afvalwater met 66%. Reinigen met dit systeem gaf op dit praktijkbedrijf melk met een goede melk-kwaliteit.

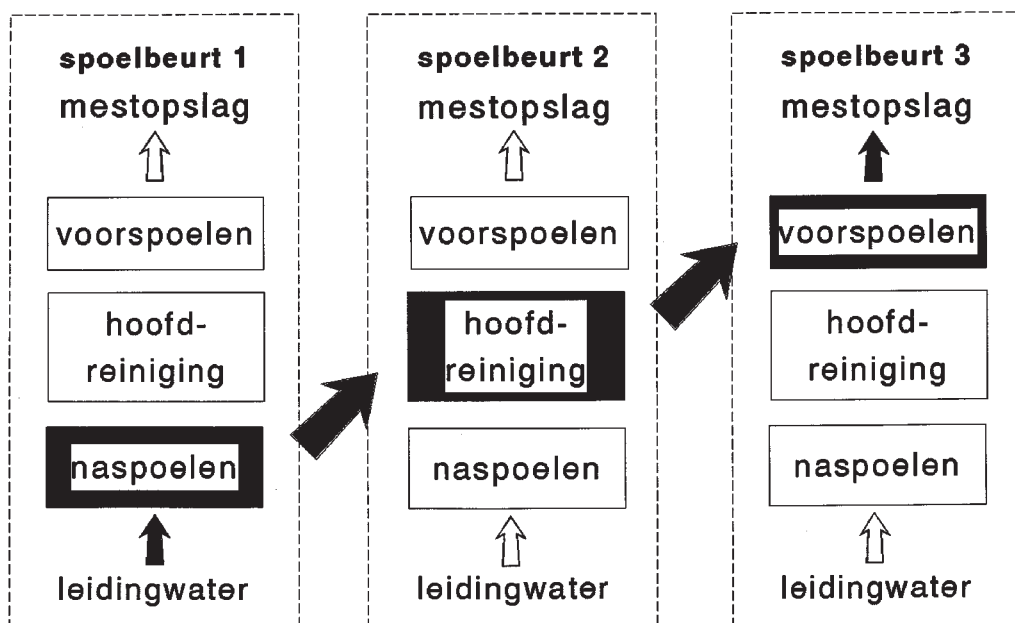
## Inleiding

Het afvalwaterprobleem van melkwinningsapparaatuur staat al geruime tijd in de belangstelling door het, sinds 1 juli 1992 ingevoerde Lozingsbesluit Bodembescherming en de al bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Om afvalwater te reduceren kan gedacht worden aan brongerichte maatregelen en hergebruik van spoelwater. Mogelijke oplossingen

worden onderzocht binnen het project reiniging van melkwinningsapparatuur. Dit door de NOVEM medegefinancierde project heeft tot doel een aanzienlijk lager verbruik van water, reinigingsmiddelen en energie. Primaire eis hierbij is dat de melkkwaliteit minimaal gelijk blijft.

Op een praktijkbedrijf is door Manus Holland, Laporte Delden en PR een reinigingssysteem getest waarbij het water vóór de reiniging van

**Figuur 1** Schema doorschuifreiniging (pijlen zijn waterstromen)



de melkleidinginstallatie meerdere keren wordt gebruikt voor deze reiniging; doorschuifreiniging genoemd.

### Doorschuifreiniging

Het principe van dit reinigingssysteem is weergegeven in figuur 1. Voor de naspoeling wordt schoon leidingwater gebruikt. Voor de hoofdreiniging wordt het naspoelwater van de vorige reinigingsbeurt gebruikt en voor de voorspoeling wordt de hoofdreinigingsoplossing van de vorige reinigingsbeurt gebruikt. Zo wordt al het water één keer voor elke spoelgang gebruikt voordat het wordt geloosd in de mestput.

Voor de opslag van het naspoelwater en de hoofdreinigingsoplossing zijn 2 goed geïsoleerde, afgesloten spoelbakken beschikbaar. De hoofdreinigingsoplossing wordt met een elektrisch verwarmingselement verwarmd in één van beide spoelbakken. Het voorspoelwater wordt niet naverwarmd.

Doel van dit onderzoek was te kijken of de eis van minimaal gelijke melkkwaliteit kon worden gerealiseerd met dit reinigingssysteem. Daarnaast werd de reductie van de afvalwaterstroom in kaart gebracht. Ook werden de kosten bekeken.

### Praktijkbedrijf

De proef werd uitgevoerd op een praktijkbedrijf met een 2 x 3 open tandem melkstal met melkproduktiemeters en een 76 mm rondgaande melkleiding. De melkstal werd schoongespoten met een hogedrukspuit.

In de voorperiode werd de melkleidinginstallatie normaal gereinigd door een reinigungsauto-maat met een open spoelbak. Tijdens de testperiode van 5 maanden werd de melkleidinginstallatie gereinigd met de doorschuifreiniger.

De begintemperatuur van de hoofdreiniging was in beide perioden gelijk. Tijdens beide perioden werd gereinigd met een 0,5% Puremel

oplossing, één keer in de week afgewisseld met Puremel Zuur. Het reinigingsmiddel werd handmatig gedoseerd. De tankreiniging werd niet gewijzigd.

### Goede melkkwaliteit

Wekelijks werd de melkkwaliteit gecontroleerd op totaal kiemgetal, en een aantal specifieke bacteriegroepen, te weten thermoresistenten, coli-achtigen, lactobacillen en psychrotrofen. De resultaten van deze proef staan weergegeven in de tabel 1. Duidelijk is dat doorschuifreiniging geen nadelige invloed heeft op de microbiologische melkkwaliteit. De aantallen coli-achtigen en lactobacillen zijn significant verlaagd bij de doorschuifreiniging. De andere bacteriën, inclusief totaal kiemgetal, laten een geringe (niet significante) daling zien. Deze verbeterde microbiologische melkkwaliteit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de hogere eindtemperatuur bij de doorschuifreiniging.

### Verbeterde reiniging

Ten opzichte van de standaard reiniging met één spoelbak, heeft deze methode duidelijke voordelen. In de oude situatie stond de boiler ingesteld op 80°C. Na vullen van de bak werd de reiniging gestart bij 72°C (enigszins afhankelijk van de buitentemperatuur). Na 6 minuten circuleren was de eindtemperatuur gedaald tot circa 40°C.

Doordat bij aanvang van de doorschuifreiniging zowel de voorspoeling als de hoofdreinigingsoplossing reeds klaar staan (2 spoelbakken), volgen deze twee spoelgangen elkaar zeer snel op. De temperatuur van de hoofdreiniging staat ingesteld op 72°C. Na 6 minuten circuleren is de eindtemperatuur gedaald tot ongeveer 52°C. De volgende reinigingsbeurt start de voorspoeling met deze reinigingsoplossing, die dan afgekoeld is tot 46-42°C.

Zowel de voor- als de naspoeling zijn éénmalige spoelingen, er wordt dus niet gecirculeerd. Tussen de spoelingen wordt de installatie gedurende enkele minuten door beluchting drooggezogen. Daarnaast wordt de persleiding na elke spoeling automatisch geleegd. Samen met een goed aangelegde installatie (goed afschot van de leidingen e.d.) betekent dit dat het versleep van spoelgangen is geminimaliseerd, wat ook vereist is voor dit systeem.

Daarnaast komt in de bak waarin het naspoelwater wordt gebracht, nooit reinigingsmiddel. Tezamen met de bovengenoemde maatregelen

**Tabel 1** Geometrisch gemiddeld aantal bacteriën (kve/ml) in voor- en testperiode

	Voorperiode	Testperiode
Totaal kiemgetal	6100	5900
Thermoresistenten	190	180
Coli-achtigen	40	10
Lactobacillen	480	70
Psychrotrofen	2200	1400

wordt het risico van residuen reinigingsmiddel in de melk geminimaliseerd.

Met de doorschuifreiniger wordt ook de wekelijkse zuurreiniging uitgevoerd. Dit betekent dat een alkalische voorspoeling gevolgd wordt door een zure hoofdreiniging en een zure voorspoeling gevolgd door een alkalische hoofdreiniging. Deze werkwijze is enige malen gecontroleerd. Hierbij werd geen chloorgas waargenomen in het eerste retourwater van de hoofdreiniging. Duidelijk is echter dat deze werkwijze alleen kan worden toegepast als de installatie na elke spoeling goed wordt gedraineerd.

### Reductie totale afvalwaterstroom

Tijdens de testperiode is het waterverbruik voor de doorschuifreiniging en voor het schoonspuiten van de melkstal gemeten. De overige afvalwaterstromen zijn ingeschat. Deze gegevens staan in tabel 2. Bij de berekening van het totale waterverbruik is er van uitgegaan dat bij een standaardreiniging van de melkleidinginstallatie 76 liter water per spoeling nodig is, net zoveel als voor een spoeling in de doorschuifreiniger nodig is.

Vervangen van standaardreiniging door doorschuifreiniging geeft op dit praktijkbedrijf een reductie van 40% van het totale afvalwater voor de melkwinning. Wordt echter bij standaardreiniging het naspoelwater hergebruikt voor het schoonspuiten van de melkstal, dan bedraagt de reductie nog 28%. Hierbij dient opgemerkt te worden dat een groot deel van het voorspoelwater van de doorschuif ook

hergebruikt zou kunnen worden, echter met verlaagde druk (het eerste spoelwater met de meeste melkresten moet bij voorkeur geloosd worden, de rest kan mogelijk hergebruikt worden). In hoeverre schoonspuiten onder lagere druk extra waterverbruik vergt voor een gelijk resultaat, is niet bekend. De uiteindelijke reductie zal dan tussen de 35 en 40% bedragen.

### Economische evaluatie

De jaarkosten van de reiniging van de melkleidinginstallatie staan in tabel 3. Hierbij is aangenomen dat de kosten voor de tankreiniging, de melkstalreiniging en de voorbehandeling van koeien bij beide situaties gelijk zijn. Deze zijn verder dan ook niet meegenomen.

De waterkosten zijn afgenomen met 66%. Bij elektrische verwarming is doorschuifreiniging gunstiger. Een besparing van ongeveer 42% elektrische energie wordt hierbij bewerkstelligd. Hierbij dient bedacht te worden dat alleen is gerekend met het hoge dagtarief. Indien voor de ochtendreiniging de hoofdreiniging volledig in nachttarief zou kunnen worden opgewarmd, worden de energiekosten hier nog lager.

Door de gereduceerde afvalwaterproductie worden aanzienlijk lagere kosten gemaakt voor het opslaan en afvoeren van afvalwater. Hierbij is uitgegaan van afvoer naar de mestopslag. Bij afvoer naar het riool zijn deze kosten aanzienlijk lager.

### Conclusie

Met het trekken van conclusies is voorzichtigheid geboden. Er is een installatie op één be-

**Tabel 2** Waterverbruik en afvalwaterstromen (m<sup>3</sup>/jaar)

	Standaard	Doorschuif
Voorbehandeling koeien	15 <sup>1</sup>	15 <sup>1</sup>
Reiniging melkleiding	165	55
Reiniging melkstellen	7 <sup>1</sup>	7 <sup>1</sup>
Reiniging tank	38 <sup>1</sup>	38 <sup>1</sup>
Schoonspuiten melkstal	47	47
Totaal afvalwaterstroom	272	162
Na hergebruik voor schoonspuiten melkstal	225	162 <sup>2</sup>
Afvoerkosten afvalwater (gld) <sup>3</sup>	1800	1296
Opslagkosten afvalwater (6 mnd) (gld)	1688	1215

<sup>1</sup> geschatte hoeveelheden (IKC)

<sup>2</sup> hergebruik van reinigingswater voor schoonspuiten melkstal dient nader onderzocht te worden

<sup>3</sup> afvoerkosten (emissie-arm aanwenden mest) f 8,-/m<sup>3</sup>  
bovengrondse opslag f 15,-/m<sup>3</sup>

**Tabel 3** Jaarkosten reiniging melkleidingsinstallatie (gld)

	Normaal		Doorschuif
	elektriciteit	aardgas	
Waterkosten	208	208	69
Energiekosten	1754	697	1011
Jaarkosten boiler	240	432	
Jaarkosten reinigingsapparatuur	750	750	2000
Reinigingsmiddel	372	372	372
Totaal	3324	2459	3452
Opslag afvalwater (6 mnd)	1238	1238	413
Afvoer afvalwater	1320	1320	440
Totaal	5882	5017	4305

drijf getoetst met goed resultaat. De melkkwaliteit is gelijk gebleven, behoudens verbetering ten aanzien van bepaalde bacteriesoorten. Daarnaast is er een aanzienlijk milieuvoordeel behaald op economisch verantwoorde wijze. Dit systeem mag binnenkort op de markt verwacht worden. In het kader van het PR-on-

derzoek naar reiniging van melkwinningsapparatuur is hiermee voor een aantal bedrijven een interessante oplossing bereikt. Maar niet alle bedrijven zijn gelijk.

Daarom, en ook omdat er verschillende interessante opties zijn, worden nog meerdere oplossingen onderzocht.



Voor elke spoelgang wordt het water één keer hergebruikt.

# Afvoer reinigingswater uit melkwinningsinstallaties

B.A. Slaghuis (PR)

Er zijn bij de gecombineerde reiniging en desinfectie van melkinstallaties drie fasen te onderscheiden. De eerste fase is het voorspoelen van de installatie. Met lauw-warm water worden de melkresten zoveel mogelijk verwijderd. De tweede stap is de eigenlijke reiniging. Met een reinigungsoplossing wordt de installatie tegelijkertijd gereinigd en gedesinfecteerd. Als laatste wordt de installatie nagespoeld met schoon koud water om resten reinigungs- en desinfectiemiddel te verwijderen. Over de afvoer van reinigungswater uit melkwinninginstallaties heeft men zich in het verleden nooit zo druk gemaakt. Het water werd afgevoerd naar de mestput, het riool (voor zover aanwezig) of naar het oppervlaktewater. In het kader van het toenemende milieubewustzijn verdient deze afvoer de nodige aandacht.

Op basis van onderzoek uit 1975 was de vervuiling veroorzaakt door het lozen van afvalwater van melkwinningsinstallaties, vastgesteld op minder dan 3,5 inwoner-equivalenten (i.e.). Deze i.e.'s zijn een maat voor de vervuiling van het afvalwater. Een woonhuis wordt normaal gesproken ook aangeslagen voor 3,5 i.e. per dag. Veebedrijven werden aangeslagen voor twee keer 3,5 i.e. per dag.

Bij de zuiveringsschappen bleek dat er een groter aanbod van te zuiveren water was dan waar-

voor betaald werd. Dit was voor de Gemeenschappelijke Technologische Dienst (GTD) in Boxtel aanleiding om een onderzoek uit te voeren op een tiental melkveehouderijbedrijven. Ook de afdeling Melkwinning vond een oriënterend onderzoek noodzakelijk.

## Inventarisatie

Een tiental melkveehouderijbedrijven werd geselecteerd op grond van type melkstal en bedrijfs-grootte. Op deze manier werd getracht een



*Van het voorspoelwater wordt een monster genomen om het stikstofgehalte te bepalen.*



**Tabel 1** Gegevens van bedrijven in onderzoek

Nr. bedrijf	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Aantal koeien	70	48	31	21	56	48	90	56	49	70
Staltype <sup>1</sup>	v	v	t	t	v	v	v	t	v	v
Aantal melkstellen	16	8	3	3	8	8	16	7	8	12
Melkleiding <sup>2</sup>	1	1	h	h	1	1	1	h	h	1
Schakeling <sup>3</sup>	N	N	T	T	T	N	N	N	T	T
Zuurspoeling <sup>4</sup>	w	w	w	w	t	t	w	w	w	w
Afvoer water <sup>5</sup>	m	z	z	o	m	m	o	m	o	z

<sup>1</sup> v = visgraat, g = grupstal

<sup>2</sup> 1 = laagliggend, h = hoogliggend

<sup>3</sup> N = niveauschakeling, T = tijdschakeling

<sup>4</sup> w = wekelijks, t = elke twee weken

<sup>5</sup> m = mestopslag, z = zinkput, o = oppervlaktewater

enigszins representatief beeld te krijgen van de Nederlandse situatie. De bedrijven werden vervolgens bezocht en aan de hand van een vragenlijst werd een inventarisatie gemaakt. Per bedrijf werd vervolgens de hoeveelheid voorspoelwater bepaald, tijdens de reiniging van de installatie. Dit water werd normaal gesproken afgevoerd. Van dit voorspoelwater werd een monster genomen. Dit monster werd samen met een melkmonster uit de koeltank geanalyseerd op het stikstofge-



*De hoeveelheid voorspoelwater wordt bepaald door wegen.*

halte. Uit de verhouding van stikstof in het voorspoelwater en in de melk kon de hoeveelheid melk in het afvalwater globaal berekend worden. Het aantal liters melk werd vermenigvuldigd met 1,65 om een benadering te geven voor het aantal inwonerequivalenten (i.e.). Omdat de meeste vervuiling wat i.e.'s betreft afkomstig was uit het voorspoelwater, is alleen dit water be- monsterd. Variatie

De belangrijkste gegevens van de onderzochte bedrijven staan vermeld in tabel 1. Daaruit blijkt bijvoorbeeld dat drie grupstalbedrijven in het onderzoek betrokken zijn geweest. Verder zijn de verschillende afvoermogelijkheden terug te vinden. De resultaten zijn te vinden in tabel 2. Wat opvalt is dat de hoeveelheid voorspoelwater nogal varieert. Ook de hoeveelheid melk in het voorspoelwater laat nogal wat variatie zien. Dit heeft dan ook meteen gevolgen voor de grote spreiding in vervuilingswaarden. De variatie is niet terug te voeren op bedrijfskenmerken, zoals de omvang van de installatie. De constructie van de installatie en de zorgvuldigheid van de melker zullen waarschijnlijk een grotere invloed hebben op de vervuiling. Overigens blijken de resultaten overeen te komen met die van de GTD Oost-Brabant. Opgemerkt dient te worden dat het CMMB-onderzoek zich heeft beperkt tot voorspoelwater van de installaties. Zo is de reiniging van de koeltank niet meegenomen. Ook het afvalwater uit de melkput is niet bemonsterd. Deze resultaten zijn dus gemiddeld hoger dan de 3,5 i.e. waarvoor tot nu toe steeds aangeslagen werd. Het zal duidelijk zijn dat zich in de toekomst wijzigingen zullen voordoen.

### Kanttekeningen

Nu is het zo dat dit onderzoek duidelijk heeft gemaakt dat meer vervuiling gevonden is dan waarvoor men aangeslagen werd. Maar er zijn meer-

**Tabel 2** Resultaten onderzoek melk in voorspoelwater en berekeningen

Nr. bedrijf	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Gem.
Verhouding melk/water per spoelbeurt	0,031	0,111	0,014	0,070	0,037	0,078	0,034	0,093	0,009	0,25	0,050
Voorspoelwater per spoelbeurt (ltr)	84	52	37	8	45	44	46	31	34	20	40
Melk in voorspoelwater (ltr)	2,6	5,8	0,5	0,5	1,6	3,4	1,6	2,9	0,3	0,5	2,0
Aantal i.e. per dag	8,4	19,2	1,8	1,8	5,4	11,2	5,2	9,6	1,0	1,6	6,5

dere kanttekeningen te plaatsen. Bij de afvoer van reinigingswater naar het riool of naar het oppervlaktewater zijn heffingen en vergunningen in het geding. Wordt er afgevoerd op de mestput, dan gaat dit ten koste van de capaciteit van de mestopslag.

Vergunningen voor lozen op het oppervlaktewater worden steeds vaker ingetrokken en nieuwe worden niet meer uitgegeven.

Lozen op het riool zal aan veel strengere regels gebonden gaan worden. Te denken valt aan ho-

gere zuiveringslasten en eisen aan de samenstelling van het afvalwater. De pH mag bijvoorbeeld niet te laag of te hoog zijn (niet lager dan 4 en niet hoger dan 10). Het afvoeren naar zinkputten zal in de toekomst ook niet meer toegestaan worden in verband met de Wet op de Bodembescherming.

Dit betekent dat nagedacht zal moeten worden over andere vormen van afvoer van afvalwater van de reiniging van melkinstallaties.

# Afvalwater voldoet niet aan lozingseisen voor riool

J.A.M. Boerekamp (PR)

Sinds juli 1992 is het Lozingenbesluit Bodembescherming ingesteld en is het niet meer toegestaan het afvalwater te lozen in de bodem. Ook lozen in de sloot is niet toegestaan in het kader van de al bestaande Wet Verontreiniging Oppervlaktewater. Slechts een klein deel van de Nederlandse melkveehouderijbedrijven (35 %) is al aangesloten op de riolering en kunnen hun afvalwater daarop lozen.

In veel gemeenten moet de pH van het afvalwater, dat wordt geloosd op de riolering, tussen 6,5 en 10 liggen. Een veehouder kan bij zijn eigen gemeente navragen welke eisen voor hem van toepassing zijn en of controle van het afvalwater plaatsvindt.

Waterkwaliteitsbeheerders stellen weinig eisen aan lozing op de riolering. Afvalwater met mestresten mag niet geloosd worden op het riool, maar al het andere afvalwater van de reiniging wel. Gemeenten kunnen op basis van een lozingsverordening wel eisen gaan stellen ter bescherming van de riolering. Dit heeft met name betrekking op de pH van het afvalwater, die in het algemeen tussen 6,5 en 10 moet liggen.

Om aan de lozingseis te voldoen is buffering van het afvalwater noodzakelijk, omdat de afvalstroom van een volledige reiniging, alkalisch of

zuur, niet aan deze eisen voldoet.

In een buffertank moet het totale afvalwater van 4 tot 10 alkalische reinigingen en één zure reiniging gebufferd worden om te kunnen voldoen aan de lozingseis. Om zeker te zijn dat de pH aan de eis voldoet, is het nodig een ruime hoeveelheid afvalwater te bufferen. In de praktijk zal dit neer komen op buffering van spoelwater van 6 tot 7 dagen.

## Afvalstromen

De afvalstromen die bij de reiniging van de melkleidinginstallatie of melkkoeltank ontstaan zijn



Bron: Bert Boekhoven

Via het riool komt het afvalwater bij de waterzuivering terecht.

**Tabel 1** pH van de afzonderlijke afvalstromen van een reiniging

Afvalstroom	pH
Voorspoeling (met 1 % melk)	6,9
Voorspoeling (met 10 % melk)	7,0
Hoofdreiniging (0,5 % alkalisch)	11,8
Hoofdreiniging (0,5 % zuur)	2,0
Naspoeling/leidingwater	7,4

voorspoel-, hoofdreinigings- en naspoelwater. In het voorspoelwater zitten melkresten, terwijl hoofdreinigingswater 0,5 % reinigingsmiddel bevat. Het naspoelwater is nagenoeg schoon leidingwater, maar met resten van het hoofdreinigingswater.

### pH-metingen

In dit onderzoek zijn op laboratoriumschaal afvalstromen nagebootst, vergelijkbaar met de afvalstromen die vrijkomen bij de reiniging van melkleiding en melkkoeltank. Op deze manier zijn de afvalstromen die ontstaan gesimuleerd. De gebruikte middelen zijn een veelgebruikt gecombineerd alkalisch middel en een zuur middel. Veelal hebben andere gecombineerde alkalische reinigings- en desinfectiemiddelen en zure reinigingsmiddelen een vergelijkbare samenstelling voor wat betreft alkaliteit en desinfectiemiddel. Deze vergelijkbare reinigingsmiddelen zullen in de praktijk ongeveer dezelfde pH's van het afvalwater geven.

Er zijn pH-metingen uitgevoerd van de afzonderlijke en de gemengde afvalstromen. Het water dat gebruikt is heeft een hardheid van 7 °D.

De gemengde afvalstromen zijn op het laboratorium 1:1 gemengd, omdat de hoeveelheden per spoelgang in de praktijk veelal gelijk zijn. Tevens is bekeken in welke mate afvalstromen van een aantal melkmalen gebufferd moeten worden om aan de lozingsnorm te kunnen voldoen.

In tabel 1 staan de pH's van het water van de afzonderlijke spoelgangen. Van deze afvalstromen mag alleen het afvalwater van de voor- en na-

spoeling apart geloosd worden. De afvalstromen van de hoofdreiniging, alkalisch en zuur, voldoen niet aan de eisen voor lozing.

Melkresten hebben nauwelijks invloed op de pH van de reinigungsoplossing. De hoofdreinigingsoplossing bevat normaal minder dan 0,1 % aan melkresten. De reinigungsoplossing heeft of een te hoge (bij alkalisch) of een te lage (bij zuur) pH.

In tabel 2 staan de pH's van het afvalwater van een totale reiniging. De pH van dit afvalwater (hoofdreinigingsoplossing, voorspoel- en naspoelwater) ligt in de buurt van de pH van de afzonderlijke reinigungsoplossing. De pH voor lozen van deze mengsels voldoet niet aan de lozingsnorm.

Wanneer de pH van het afvalwater aan de lozings-eisen moet voldoen, dan moet het afvalwater van meerdere reinigingen worden gemengd. In figuur 1 is de pH weergegeven van verschillende verhoudingen alkalische en zure reinigungsoplossingen. De verhouding alkalische reiniging/-zure reiniging moet tussen 4:1 (vier reinigingen alkalisch en één reiniging zuur) en 10:1 zitten. Bij andere verhoudingen voldoet de pH niet.

### Veiligheid belangrijk !!!!

Het is algemeen bekend dat gas ontstaat bij menging van zure en alkalische reinigungs-middelen. Bij alkalische reinigungs-middelen met chloorbleekloog ontstaat chloorgas. De afvalstromen van de reiniging bevatten meestal kleine hoeveelheden zure en alkalische reinigungs-middelen met chloorbleekloog, zodat er bij mengen van deze afvalstromen een kleine hoeveelheid chloorgas gevormd kan worden.

Chloorgasvorming is te voorkomen door voldoende neutralisatiemiddel (thiosulfaat) aan het afvalwater toe te voegen of voorspoelwater te lozen. Door het neutralisatiemiddel of de resten melk in het afvalwater wordt het chloor in de reinigungsoplossing geïnactiveerd. Op deze manier hoeft chloorgasvorming geen probleem te zijn. Het neutralisatiemiddel moet, voordat de reiniging wordt gestart, in het afvoerputje voor het af-

**Tabel 2** pH van afvalstromen van een volledige alkalisch of zure reiniging

Afvalstroom	pH
Voorspoeling (met 1 % melk) + hoofdreiniging (alkalisch) + naspoeling	11,0
Voorspoeling (met 10 % melk) + hoofdreiniging (alkalisch) + naspoeling	10,6
Voorspoeling (met 1 % melk) + hoofdreiniging (zuur) + naspoeling	2,4
Voorspoeling (met 10 % melk) + hoofdreiniging (zuur) + naspoeling	2,5

valwater worden gedaan. Het kan dan goed vermengen met het afvalwater.

In de toekomst zal het aantal vervuilingseenheden (VE's) waarvoor een veehouder voor zijn bedrijf wordt aangeslagen drastisch worden verhoogd. Het niet lozen van voorspoelwater kan dan een verlaging van het aantal VE's opleveren. Om ook dan geen problemen met chloorgas te krijgen, zullen deze veehouders over moeten gaan op het toevoegen van voldoende neutralisatiemiddel.

### Buffervat voor zes tot zeven dagen

Om afvalwater te mogen lozen zal de afvalwaterstroom van een aantal melkmalen opgeslagen dienen te worden in een buffervat, zodat de pH aan de gestelde lozingseisen voldoet. Door ook voorspoelwater te lozen, is de kans op gasvor-

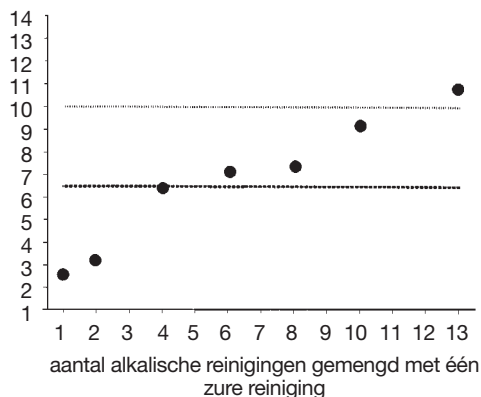
ming in het buffervat minder, omdat het chloor in alkalische oplossing geïnactiveerd wordt door melk.

Om er zeker van te zijn dat de pH van het afvalwater niet te laag wordt, is het verstandig een groot buffervat te hebben voor zes tot zeven dagen. Hoe groot het opslagvat moet zijn, zal afhangen van het aantal keren dat men per week met zuur reinigt, de hoeveelheid afvalwater per spoelgang bij de reiniging van de melkleidinginstallatie en het aantal spoelgangen dat geloosd wordt (voorspoeling en/of hoofdreiniging en/of naspoeling). Ook moet rekening gehouden worden met de hoeveelheid afvalwater die ontstaat bij de reiniging van de melktank. De melktank wordt doorgaans twee tot drie keer per week gereinigd en de hoeveelheid afvalwater die ontstaat is afhankelijk van de grootte van de melktank.

Praktisch gezien zou er in het traject van melkstal naar riool een buffertank gebouwd moeten worden. De tank zou liefst afgesloten moeten zijn (bij voorkeur ondergronds) met een overloop naar het riool.

Wanneer een veehouder voor de keus staat om een aansluiting op de riolering te nemen, moet hij er van bewust zijn dat een aansluiting extra kosten met zich meebrengt, voor aanleg, rioolrecht en vervuilingseenheden (VE's). Als gemeenten lozingseisen stellen en deze ook daadwerkelijk controleren moet het afvalwater in een buffertank om aan de lozingseisen te kunnen voldoen. Ook de aanschaf van een buffertank zorgt voor extra kosten, waarvoor wel rekening mee gehouden moet worden.

**Figuur 1** pH van afvalstromen van volledige alkalische en zure reinigingen



# Invloed reinigingsmiddelen op mestsamenstelling

B.A. Slaghuis (PR)

Het afvalwater dat vrijkomt bij de reiniging en ontsmetting van melkinstallaties kan op dit moment maar op enkele manieren verwerkt worden. Lozing op het riool en mengen met de mest zijn de belangrijkste. Bij lozing op het riool stellen de waterbeheerders vaak strenge eisen aan zuurgraad (pH) en aanwezigheid van chloor. In veel gevallen is een veehouderijbedrijf niet aangesloten op een riolering, dus is met de mest mengen de enige mogelijkheid.

Tijdens lezingen en excursies komen veehouders vaak met vragen over reinigingswater van de melkinstallatie en de invloed van dit afvalwater op de mest. In dit artikel worden de mogelijke effecten beschreven en de invloed op de mestsamenstelling voor de mineralen.

## Reiniging

In dit artikel wordt uitgegaan van een voorbeeldbedrijf. Een bedrijf met 80 koeien en een quotum van 600.000 kg heeft een melkstal met 8 melk-



*De dosering van het gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddel is 0,5 %*

stellen, van normale afmetingen en met melkmeetglazen. Voor de reiniging wordt 60 liter water per spoelgang gebruikt; per reiniging wordt dus 180 liter water verbruikt.

De dosering van het gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddel is 0,5%. Er wordt veelal een keer per week met zuur gereinigd om aanslagen te verwijderen. In het gecombineerde middel zijn in ieder geval de volgende stoffen aanwezig:

- kaliloog of natronloog;
- chloorbleekloog ook wel natriumhypochloriet of "chloor" genoemd;
- hardheidsbindende stoffen: polyfosfaten in fosfaathoudende middelen en fosfaatvervangers in fosfaatvrije middelen.

Het zure middel kan bestaan uit o.a. fosforzuur, salpeterzuur, amidosulfonzuur of sulfaminezuur. In tabel 1 is o.a. de totale hoeveelheid van de verschillende bestanddelen die per dag gebruikt worden weergegeven voor zowel de reiniging van de installatie als van de koeltank. Het uitspuiten van de melkstal is ook meegenomen (2 keer 128 liter water). De wekelijkse zuurreiniging is niet meegenomen in de berekeningen.

## Mest

Uit gegevens van het Handboek voor de Rundveehouderij blijkt dat gemiddeld 11.000 kg dunne mest per dier per stalperiode geproduceerd wordt; 's zomers is dit ongeveer 13.000 kg. In tabel 1 is de mestproductie per dag geschat evenals de globale samenstelling van met name die bestanddelen die ook in gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen voorkomen.

## Mengen mest en afvalwater

Uit tabel 1 blijkt dat alleen de hoeveelheid afvalwater van invloed is op de mestsamenstelling en de bemestende waarde. Deze hoeveelheid extra toegevoegd water kan aanleiding geven tot ver-



**Tabel 1** Mineralenproductie per dag van mest en reinigingsmiddel voor een bedrijf met 80 koeien en een melkinstallatie die 180 liter water per reinigingsbeurt verbruikt

	Mest winter- periode	Mest zomer- periode	Reiniging	% van de reiniging t.o.v. mest winterperiode
Hoeveelheid/dag (kg)	4800	5800	766	16
Kg N/dag	21,1	26,7	-	
Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /dag	8,6	10,4	0,032 /0,006 <sup>1)</sup>	0,4/0,07
Kg K <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /dag	26,4	39,4	0,120/0,084 <sup>1)</sup>	0,5/0,3
K Cl/d	14,4	17,3	0,015	0,1

<sup>1)</sup> = onderscheid tussen fosfaathoudende/fosfaatarme middelen  
relatief hoge waarden zijn voor fosfaathoudende middelen

anderingen in de mest zoals ontmenging, vorming van drijfslagen en korstvorming. Een berekende hoeveelheid van minimaal 16 % is al voldoende om ontmenging te krijgen.

Dit probleem kan enigszins verholpen worden door te zorgen dat er minder water met mest gemengd wordt. Dit betekent dat bij de reiniging van de installatie en de tank en bij het uitspuiten van de melkstal water bespaard moet worden. Daarvoor zijn alternatieven uit te proberen, bijvoorbeeld hergebruik van water. Een voordeel hiervan is dat er dan ook minder uitgereden hoeft te worden.

De bijdrage van de minerale reinigingscomponenten van het middel aan de mest is klein. Voor de winterperiode is de verhouding mineralen in mest en mineralen in reinigingsmiddel weergegeven als percentage (zie tabel 1). In de zomer is er een lage mestproductie in de stal (koeien lopen buiten). Maar de bijdrage van mineralen uit middelen is ook dan nog niet hoger dan 2%.

Blijft de vraag over wat er gebeurt met de verschillende componenten bij mengen met mest.

- Het toevoegen van loog zou de pH van de mest kunnen verhogen, waardoor de ammo-



*Zo min mogelijk afvalwater in mestopslag is aan te bevelen.*

niakvervluchtiging toeneemt. Loog wordt echter gebufferd door mest, zeker bij deze lage hoeveelheden. Uit berekeningen blijkt dat loogtoevoeging in het ongunstigste geval (koeien 's zomers alleen in de stal tijdens het melken) een pH-verhoging veroorzaakt van ca. 0,2 eenheden. Bij deze berekeningen moet bedacht worden dat de organische stof in de mest ook nog bufferend werkt en aangezien dit niet meegenomen is bij de berekeningen zal de pH dus minder stijgen. Maar het probleem is dat het afvalwater met hoge pH niet meteen goed door de mest gemengd is. Op een vast punt wordt het afvalwater in de mestput gebracht en plaatselijk zal er dus een veel grotere pH-verhoging optreden, afhankelijk van de menging van het afvalwater met de mest. Op het 'lozingspunt' kan dus plaatselijk een duidelijk hogere pH van de mest gemeten worden met als gevolg een verhoogde ammoniakemissie.

- Polyfosfaten zullen op den duur gaan ontleden tot pyrofosfaten en uiteindelijk fosfaten. Het extra fosfaat dat via reinigingsmiddelen wordt aangevoerd kan een probleem zijn op bedrijven met een fosfaatoverschot. Fosfaatvervangers zullen voor zover ze niet met calcium en magnesiumzouten gereageerd hebben andere anionen binden en dan met name zware metalen

die eventueel in mest aanwezig zijn. Het gedrag van deze stoffen in de mest zal geen problemen opleveren. De vraag blijft over wat er met deze stoffen gebeurt wanneer ze in de bodem terecht gekomen zijn.

- Met chloor zijn geen problemen te verwachten. Het bacteriedodende hypochloriet wordt direct na contact met mest geïnactiveerd waarbij uiteindelijk keukenzout en zuurstof ontstaat. Doordat het chloor niet meer actief is na menging met mest, zal deze stof geen invloed meer hebben op de groei van bacteriën in de mest.

### **Conclusie en aanbevelingen**

Het zal duidelijk zijn dat menging van mest en spoelwater als voornaamste effect verdunning teweeg brengt. Daarbij kan ook ontmenging en vorming van drijfslagen ontstaan. Op punten waar afvalwater bij de mest komt kan ammoniakemissie optreden als gevolg van plaatselijk vrij grote pH-verhogingen. In het algemeen leiden deze reacties niet tot het ontstaan van milieugevaarlijke stoffen. Op een aantal zaken zal men toch moeten letten.

- Voor een goede menging zal het nodig zijn regelmatig te 'misen'. - Zuurspoeling direct na loogreiniging is niet aan te bevelen, vanwege menging van loog en zuur en het mogelijk vrijkomen van nitreuze dampen.

# Testen reinigingsmiddelen voor melkwinningsinstallaties

B.A. Slaghuis (PR)

**Om melk van een goede bacteriologische kwaliteit te winnen, is het noodzakelijk, dat de melkwinningsapparatuur na het gebruik wordt gereinigd en ontsmet. Daarvoor wordt tegenwoordig meestal gebruik gemaakt van gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen op alkalische basis. Deze middelen vallen onder het regime van de Bestrijdingsmiddelenwet en dienen toegelaten te zijn, voordat ze verkocht mogen worden. Voordat een nieuw middel toegelaten kan worden, dient**

De afdeling Melkwinning van het PR is de instantie die het beproeven van middelen voor de melkwinning in de praktijk uitvoert. Sinds 1969 worden deze gecombineerde reinigings- en ontsmettingsmiddelen beproefd in de boerderijpraktijk. Om een indruk te geven hoe een beproeving uitgevoerd wordt volgt een beschrijving van de te volgen werkwijze.

Het te beproeven middel ondergaat eerst enkele laboratoriummetingen. Daarbij wordt o.a. de dichtheid bepaald, in verband met de dosering. Verder wordt gekeken naar de alkaliteit/zuurtegraad en de hardheidsbinding (binding zouten uit het water). Ook de schuimvorming (mag niet teveel zijn in verband met overlopen van de lucht-afscheider naar vacuümpomp) en eventueel aantrekkingskracht van vocht (in geval van poeder-vormige middelen) worden onderzocht.

## Praktijkbeproeving

De beproeving in de praktijk vindt plaats op drie bedrijven. Op deze bedrijven zijn drie verschillende melkleidinginstallaties aanwezig. De laatste jaren valt de keus op een grupstalbedrijf, een doorloopmelkstal met melkmeetglazen en een doorloopmelkstal met melkproduktiemeters. Het middel wordt op de drie bedrijven gedurende 3 maanden gebruikt voor het reinigen en ontsmetten van de melkleidinginstallatie. De tepelvoeringen en de daarvoor in aanmerking komende andere rubber of kunststof onderdelen zijn bij aanvang van de proefperiode door nieuwe vervangen. Een aantal weken van tevoren zijn melken spoelmonsters genomen om een indruk te krijgen van de melkkwaliteit en van de reinheid van de melkleidinginstallatie. Voor de bepaling

van het resultaat van de reiniging worden wekelijks spoelmonsters genomen van de melkleidinginstallatie. Aansluitend hierop wordt een visuele inspectie uitgevoerd. Ook wordt wekelijks een monster melk uit de tank geschept.

## Spoelen

Vóór het spoelen van de melkleidinginstallatie circuleert 30 tot 50 liter verdunde melk (in de verhouding 1 deel gesteriliseerde melk op 9 delen water) gedurende 5 minuten door de melkleidinginstallatie. Direct vóór het gebruik wordt van deze spoelvloeistof een monster genomen voor onderzoek op totaal aantal kiemen ter controle op eventuele besmetting van deze vloeistof. Na de circulatie wordt een monster genomen waarin het totaal aantal kiemen, het aantal thermoresistente kiemen en het aantal coli-achtigen bepaald worden. Beoordeling van de resultaten vindt plaats



*Controle van de installatie door het nemen van een monster van de spoelvloeistof.*



*Onderzoek van een tepelvoering op aanslag, barstjes en scheurtjes.*

via een door het voormalige CMMB opgestelde schaal. Deze schaal is opgesteld na jarenlange ervaring met deze wijze van onderzoek en kan daarom slechts worden toegepast bij de boven omschreven wijze van bemonsteren. Na afloop van de proefperiode van drie maanden, worden uit elke installatie twee tepelvoeringen verwijderd (willekeurig). Deze tepelvoeringen worden open-gesneden en visueel en microscopisch beoor-deeld. Het resultaat wordt weergegeven in mate van aanwezigheid van aanslag, barstjes en/of scheurtjes.

### **Naperiode**

In de naperiode van ongeveer vier weken wordt gereinigd met het op het bedrijf gebruikelijke mid-del volgens voorschrift (van dat middel). Daarbij worden eveneens spoel- en melkmonsters geno-men en vindt ook visuele inspectie plaats. Dit ge-beurt om voor- en achteraf een beeld te hebben van de situatie op het bedrijf in vergelijking met de beproeving. Wordt er tijdens de inspectie aanslag gevonden of zijn er andere problemen

over de reiniging, dan wordt eerst nagegaan wat de oorzaak kan zijn. Is het probleem te wijten aan de samenstelling en werking van het middel, dan wordt contact opgenomen met de leveran-cier. Wanneer de problemen zodanig zijn dat toe-lating niet plaats kan vinden dan wordt de be-proeving afgebroken. Vaak zijn er dan problemen met bijvoorbeeld teveel schuim, of aanslag in de melkleidinginstallatie. De melkers op de verschil-lende bedrijven wordt ook gevraagd naar hun be-vindingen met het middel.

### **Toelating**

Op deze manier zijn de afgelopen jaren een kleine 60 verschillende middelen beproefd. Van ruim 30 middelen is een officieel rapport verschenen en dit betekent dat deze middelen toegelaten zijn. De meeste middelen zijn op basis van natronloog en chloorbleekloog (desinfecterende stof) samen-gesteld en zijn dus alkalisch. Slechts enkele mid-delen zijn op basis van zuur met waterstofperoxi-de als desinfecterende stof. Lijsten met toegela-ten middelen zijn verkrijgbaar bij het PR.

# Niet minder reinigingsmiddel gebruiken bij extra waterontharding

B.A. Slaghuis (PR)

**Veel veehouders en verkopers van wateronthardingsapparaten denken reinigingsmiddel te kunnen besparen bij de reiniging van melkinstallaties door waterontharding. Dit is echter niet juist! Voor een goede reiniging en desinfectie is meer nodig dan alleen waterontharding; bij een lagere dosering is er onvoldoende loog en chloor**

## Doel en werking reiniging

Het doel van reinigen is het verwijderen van melkresten. Het verwijderen kan onderscheiden worden in een aantal fasen. Eerst moet het vuil verwijderd worden van het oppervlak (inwendige van de installatie). Vervolgens moet het vuil opgenomen worden (en blijven) in de reinigungsoplossing en niet gaan neerslaan op oppervlakken. Bij het reinigen zijn verschillende factoren van belang (figuur 1). De mens speelt een belangrijke rol, omdat deze uiteindelijk verantwoordelijk is voor een goede uitvoering en controle. Een combinatie van middel, temperatuur, tijd en mechanische werking zorgt voor de uitvoering van de reiniging.

Bij de reiniging van melkinstallaties wordt vaak uitgegaan van 0,5% dosering middel bij begintemperaturen van 60-80°C en eindtemperaturen van 35-45°C gedurende minimaal zeven en maximaal tien minuten. De gebruikte middelen zijn toegelaten door de Bestrijdingsmiddelenwet. De dosering staat op het etiket.

De mechanische werking wordt door het vacuümniveau in de installatie geregeld. Bij installaties met ruimere diameters melkleiding zijn vaak spoelpulsatoren aanwezig, die de vloeistof extra snelheid kunnen geven.

## Werking van reinigingsmiddelen

De meest gebruikte middelen voor de melkwinning zijn op basis van kalium- of natronloog en chloorbleekloog. Dit zijn zogenaamde gecombineerde (alkalische of basische) middelen, omdat ze tegelijkertijd reinigen en ontsmetten. Daarnaast zijn er andere bestanddelen aanwezig, zoals wateronthardende stoffen en bevochtigende stoffen.

Voor de verwijdering van vuil is vooral het loog belangrijk. Dat zorgt ervoor dat eiwit- en vetres-

ten loskomen van de oppervlakken van de installatie.

Het loog zorgt ook voor het oplossen of het opnemen van het vuil in de reinigungsoplossing.

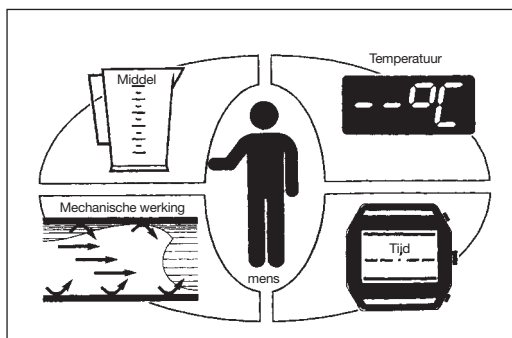
Het in oplossing houden van het vuil wordt, naast het loog, ook voor een gedeelte door wateronthardende stoffen gedaan. De wateronthardende stoffen kunnen polyfosfaten zijn of, zoals de laatste tijd veel verkocht wordt, fosfaatvrije wateronthardende stoffen.

Verder bevat het reinigingsmiddel soms bevochtigende stoffen, die ervoor zorgen dat vuil beter verwijderd wordt uit hoeken en gaten, omdat de oppervlaktespanning van de reinigungsoplossing verlaagd wordt. Ze zijn echter niet in alle middelen aanwezig, omdat schuimvorming in de installatie een nadeel kan zijn van dit soort stoffen. Schuim is vaak moeilijk te verwijderen met schoon naspoelwater.

## Zin en onzin van waterontharding

Leidingwater bevat vaak nogal wat calcium en magnesium. Deze stoffen kunnen bij reiniging

**Figuur 1** Diverse factoren spelen een rol bij het reinigungsproces



met gecombineerde middelen neerslagen vormen van calcium- en magnesiumzouten. In combinatie met melkresten wordt deze neerslag melksteen genoemd. Deze neerslag is vaak moeilijk te verwijderen uit de installatie.

Om de neerslagen te voorkomen, zijn in middelen altijd waterhardheidsbindende stoffen aanwezig. Soms zijn in de middelen onvoldoende van deze stoffen aanwezig.

Daarom wordt door de fabrikanten geadviseerd regelmatig met zuur te reinigen. Dit is o.a. bedoeld om eventueel al ontstaan melksteen te verwijderen. Dit kan betekenen dat de hoeveelheid waterhardheidsbindende stof niet in alle gevallen voldoende is om alle calcium en magnesium te binden. Gedeeltelijk is dit te verklaren doordat in heel Nederland water met verschillende hardheden voorkomt en er vaak maar één concentratie middel wordt voorgeschreven.

In gebieden met water met een hoge hardheidsgraad, wordt vooral door verkopers geadviseerd om wateronthardingsapparaten aan te schaffen. Deze apparaten ontharden het water op de boerderij op verschillende manieren, bijvoorbeeld door ionenwisseling, door omgekeerde osmose of door elektromagnetische krachten. Verkoopargument bij deze apparaten is dat minder middel gebruikt hoeft te worden.

Wat betreft de waterhardheidsbinding kan dit opgaan, wat betreft de reinigende werking niet (zie ook rekenvoorbeeld in kader).

Zoals al eerder gemeld, bestaan middelen uit meerdere componenten. Dit betekent dat bij lagere doseringen (indien het water onthard is) de reinigende werking minder is, omdat naast minder loog ook minder chloor aanwezig is. Boven-

dien wordt niet meer volgens het gebruiksvorschrift gewerkt, zodat de werking van de middelen niet meer gegarandeerd wordt.

Al met al kan het reinigingsmiddel dan minder goed zijn werk doen, zodat wel bespaard wordt op middel, maar er extra kosten kunnen komen vanwege onvoldoende reiniging en dus kwaliteitskorting.

Waterontharding betekent niet automatisch minder middel gebruiken. Wel kunnen de fabrikanten erover denken om enkele van hun middelen iets anders samen te stellen. Zodat er speciale middelen voor lagere waterhardheden op de markt komen met voldoende reinigende en desinfecterende werking. Voorlopig is het nog wachten op die reinigingsmiddelen.

### **Rekenvoorbeeld**

Veel middelen bevatten 120 g loog per l en 40 g chloor per l. Stel dat er 60 g/l hardheidsbindende stof aanwezig is.

Normaal wordt er een 0,5% gedoseerd. In de reinigungsoplossing is dan ongeveer 0,6 g/l loog, 0,2 g/l chloor en 0,3 g/l hardheidsbindende stof aanwezig. Dit is genoeg om de hardheid te binden tot 15 graden Duitse hardheid en voor een goede reiniging en desinfectie.

Wordt de helft hiervan gedoseerd, omdat het water een lagere hardheid heeft, dan is 0,15 g/l hardheidsbindende stof wel voldoende, maar 0,3 g/l loog en 0,1 g/l chloor niet voor een goede reiniging en desinfectie.



# Warmtepomp voor water van 80°C

H.J.Soede en G.M.V.H Wolters (PR)

**Samen met een student van de vakgroep koudetechniek van de TU-Delft is de haalbaarheid van een hoge temperatuur warmtepomp (HTWP) onderzocht. De HTWP kan warmwater van  $\pm 80^\circ\text{C}$  produceren uit de energie die vrijkomt bij het koelen van melk. Op die manier zijn energiebesparingen mogelijk tot 80%. Het onderzoek is mede gefinancierd door de NOVEM (Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu).**

Momenteel hebben  $\pm 12.000$  melkveebedrijven een warmteterugwinningsinstallatie. Dit zijn vooral bedrijven met 50 of meer melkkoeien, en die niet beschikken over aardgas. Bij een warmteterugwinningsinstallatie wordt de energie, die vrijkomt bij het koelen van melk, met een warmtepomp aan water overgedragen. Er zijn twee systemen: de boiler condensor en de water condensor. Beide systemen produceren afhankelijk van de hoeveelheid te koelen melk warm water van  $\pm 60^\circ\text{C}$ . Globaal wordt per twee liter melk één liter warmte-terugwinningswater geproduceerd.

In het algemeen komt er bij de koeling van melk meer warmte uit melk beschikbaar dan nodig is voor het verwarmen van warm water. De warmte wordt via een water- of luchtgekoelde condensor afgenomen en gaat verloren. Door nu met een HTWP deze energie wel te benutten zijn energie-

besparingen tot 80% mogelijk. Voor de reiniging van melkwinningapparatuur wordt warmteterugwinningswater op nagenoeg alle bedrijven doorverwarmd tot  $\pm 80^\circ\text{C}$ . Er vindt dus een extra aankoop van elektrische energie plaats, terwijl er voldoende energie in de melk voorhanden is.

## Energie in melk

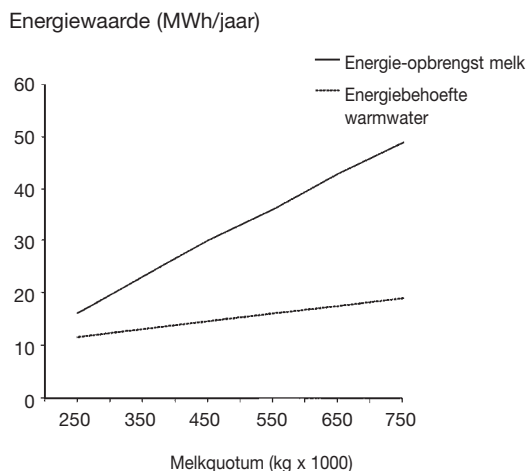
De hoeveelheid energie in melk is hoger dan de gemiddelde energiebehoefte aan warmwater op een bedrijf. Dit is weergegeven in figuur 1 waar de energiewaarde aanwezig in melk en de energiewaarde voor de produktie van warmwater ( $80^\circ\text{C}$ ) is uitgezet tegen de totale melkproduktie per jaar. Bij het koelen van 100 kg melk, van  $36^\circ\text{C}$  naar  $4^\circ\text{C}$ , komt  $\pm 3,5$  kWh vrij. Een lamp van 100 watt zou hier 35 uur op kunnen branden. De koelinstallatie gebruikt voor het koelen van 100 kg melk 1,5 kWh.

## Werking bestaande warmtepompen

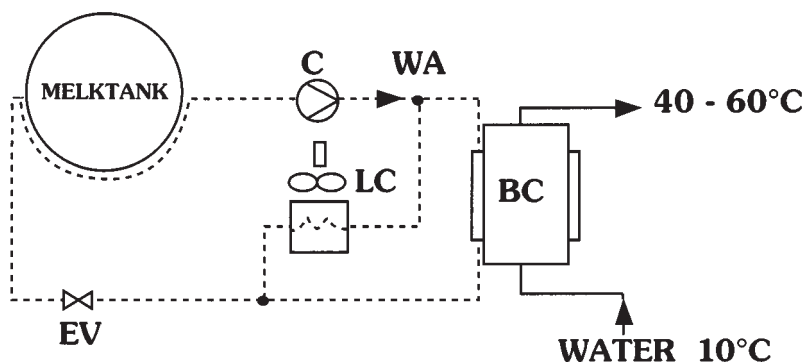
Bij het mechanisch koelen van melk wordt de vrijkomende warmte afgegeven aan de omgeving en gaat in principe verloren. Bij de warmtepomp wordt deze warmte overgedragen aan water zodat warm water van  $\pm 60^\circ\text{C}$  ontstaat. In figuur 2 is een bestaande warmtepomp in schema weergegeven.

Het koelgas (freon) wordt door een compressor samengeperst en naar de condensor gepompt. Bij een warmtepompinstallatie wordt de warmtewisselaar of condensor gekoeld met water in plaats van lucht, het koelgas condenseert tot vloeistof en gaat naar de verdamper van de melkkoeltank. Door een lagere druk bij het expansieventiel verdampt het koelgas. Dit verdampen kost warmte die aan de melk onttrokken wordt. Het verdampte en opgewarmde koelgas wordt weer door de compressor aangezogen en samengeperst. Dit proces herhaalt zich.

**Figuur 1** Hoeveelheid energie (MWh/jaar) in melk en energiebehoefte (MWh/jaar) voor water van  $80^\circ\text{C}$  bij verschillende bedrijfsgroottes



**Figuur 2** Schema van een warmtepompinstallatie van het type boiler condensor



C = compressor  
CC = cascade condensor  
EV = expansieventiel

LC = luchtgekoelde condensor  
BC = boiler condensor  
WA = wisselafsluiter

### Werking HTWP

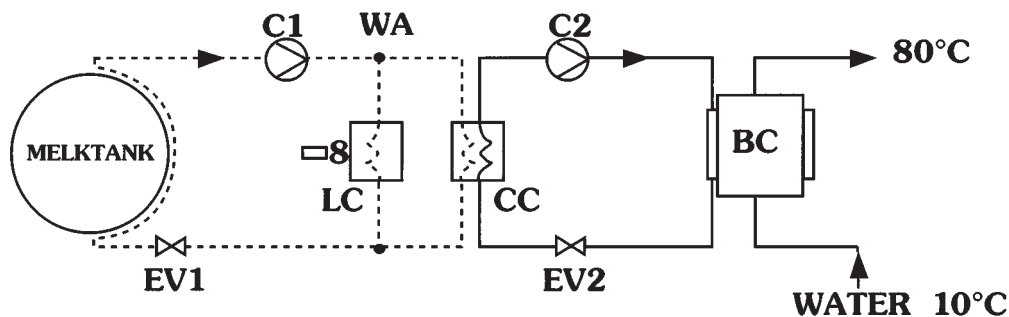
Het principe van de HTWP is hetzelfde als de bestaande warmtepompen. Bij de HTWP wordt vanuit het koelcircuit van de melkoeltank de warmte afgegeven aan een tweede circuit met koelgas in plaats van water (figuur 3). De plaats waar deze warmte wordt overgedragen is de cascade condensor. Het tweede circuit is vergelijkbaar met het eerste. Een tweede compressor verhoogt de druk van het tot  $\pm 60^\circ\text{C}$  opgewarmde en verdampte koelgas waardoor de temperatuur verder stijgt. De warmte wordt nu door het koelgas afgegeven aan een boiler condensor. Er ontstaat dan heet water van  $\pm 80^\circ\text{C}$ . Technisch is het mogelijk om een hogere temperatuur te bereiken. Het rendement neemt bij hogere temperaturen echter sterk af. In geval van hittereiniging moet dan ook in een aparte kookunit worden doorverwarmd naar  $98^\circ\text{C}$ . Als de boiler condensor vol zit met heet water dan kan de warmte niet meer worden afgegeven aan het water en neemt een luchtgekoelde condensor de taak over.

Een probleem op dit moment is de keuze van het koelgas. Door invoering van het Montreal Protocol is de keuze beperkt. Het koelgas mag geen Chloorverbindingen (CFK) bevatten die de ozonlaag kunnen aantasten. Het tweede circuit van de HTWP moet worden uitgevoerd met koelgas dat hoge temperaturen kan overbrengen/verdragen. Voor het eerste circuit wordt R22 of R134<sub>a</sub> als koelgas voorgesteld, voor het tweede circuit R123 of R160.

### Rendement

In tabel 1 is voor een aantal situaties het energieverbruik en de bijbehorende kosten voor heetwaterproductie berekend. Hierbij zijn twee heetwaterverbruiken doorgerekend: 100 m<sup>3</sup> en 150 m<sup>3</sup> per jaar. Een HTWP levert een energiebesparing van 81% ten opzichte van gebruik van een elektrische boiler. De huidige warmtepompen leveren een energiebesparing van 58%. Wanneer echter gekeken wordt naar het kosten aspect, dan blijkt de nieuwe HTWP in alle situaties de duurste oplossing, ondanks de grote energiebesparing. De goedkoopste alternatieven op dit moment zijn het verwarmen met behulp van gas of met een warmtepomp. Toepassen van een HTWP wordt aantrekkelijker als er een grotere heetwaterbehoefte op het bedrijf aanwezig is, bijvoorbeeld in de huishouding. Daarnaast wordt het systeem aantrekkelijker bij hogere energie prijzen. In tabel 1 is een vergelijking gemaakt tussen een energieprijis van 20 cent per kW en 25 cent per kW. Het verschil in kosten tussen een HTWP en een elektrische boiler is in deze situatie nog maar 100 gulden. Als op een bedrijf een compleet nieuwe installatie aangeschaft moet worden dan worden de totale kosten met HTWP gereduceerd met ongeveer 18%, waardoor de economische haalbaarheid gunstiger wordt. De toepassing van een HTWP kan tevens aantrekkelijker worden bij een lagere aanschafprijs (hier begroot op f 15.000,-) door grote productie en / of aanschafsubsidies. Een andere mogelijkheid zou kunnen zijn om een HTWP te huren of te leasen van het energiebedrijf.

**Figuur 3** Schema uitvoering hoge temperatuur warmtepomp in een melkkoelinstallatie



C1 en C2 = compressor  
CC = cascade condensor  
EV1 en EV2 = expansieventiel

LC = luchtgekoelde condensor  
BC = boiler condensor  
WA = wisselafsluiter

**Toekomst**

De HTWP is nog niet in de praktijk uitgetest. Waarschijnlijk zal in samenwerking met het energiebedrijf, de TU-Delft en de koeltechniek industrie komende tijd een prototype gemaakt worden. Met dit prototype kan dan getest worden of een praktische toepassing in de melkveehouderij haalbaar is. De technische haalbaarheid van de HTWP is in de studie van de TU-Delft beschreven en wordt ondersteund door industrie en

energiebedrijf. De economische haalbaarheid zal echter afhangen van een aantal eerder genoemde factoren. Energieprijzen blijven stijgen en de vervanging van bestaande koelinstallaties neemt toe. Daarnaast wordt de warmwaterbehoefte van bedrijven groter door een toenemende bedrijfsomvang. Toepassing van een hittereiniging kan bij een grote heet waterproductie met een HTWP aantrekkelijk zijn.

**Tabel 1** Energieverbruik (kWh en %) en jaarlijkse kosten (f), bij een energieprijz van 20 cent en 25 cent, van verschillende verwarmingssystemen voor het produceren van water van 80°C

Heetwaterbehoefte (m³)	Energieverbruik (kWh/jaar)			Totale kosten 20 ct/kWh (f)		Totale kosten 25 ct/kWh (f)	
	100	150	%	100	150	100	150
HTWP (80°C)	1759	2795	19	3691	3886	3788	4033
WP (60°C)	4104	6157	42	2008	2419	2214	2727
Elektrische boiler	9578	14367	100	2224	3181	2702	3899
Gasboiler	----	----	---	1321	1828	1561	2187

## **Bijbehorende rapporten en publikaties**

Publikatie 80	Milieusparend reinigen melkwinningsapparatuur
Publikatie 85	Energie-efficiënt reinigen melkwinningsapparatuur
Publikatie 101	Reinigen melkwinningsapparatuur onder procesbewaking
Publikatie 104	Berekening water- en energieverbruik melkwinning
Rapport 161	Effect vacuümverhoging en spoelen in kolommen op uitspoelen van melk
Publikatie	Melkstalreiniging (in voorbereiding)